Naturwissenschaftliche

Streifzüge.

Von

Philipp Spiller.

Berlin 1873.
Denicke's Verlag
Link & Reinke.

Vorwort.

Unsere schnellflügliche und leichtlebige Zeit hat auch uns Deutsche mehr oder weniger in ihren Lauf gerissen. Wir sind im Großen und Ganzen nicht mehr so sehr die langsam und gründlich schaffenden, die langsam aber gründlich genießenden Vorfahren. Flüchtig wird gearbeitet, flüchtig genossen, flüchtig zu einem neuen Genusse übergegangen. — Es ist wol gut, daß man zum Entnehmen einer Prise Tabak nicht mehr 5 Minuten braucht, sondern den Werth der Zeit besser erkannt hat; freilich aber hat die Hast zu erwerben zu dem Ausspruche „Zeit ist Geld" geführt und geistige Genüsse mehr in den Hintergrund gestellt.

Der in der Wissenschaft gründlich verfahrende Arbeiter hat daher jetzt seltener die Befriedigung, daß seine Werke eingehender besprochen werden; er findet entweder Anerkennung, indem aus der Vorrede oder Einleitung einige seiner Gedanken wiedergegeben werden, oder Tadel, indem man einige Redensarten ohne alle Begründung, wol aber nicht selten mit einer gewissen Frivolität, die den Glauben an Zuverlässigkeit erwecken soll, hinwirft. Gediegene Beurtheilungen sind seltener geworden.

Indem ich hiermit eine Sammlung einzelner naturwissenschaftlicher Abhandlungen herausgebe, suche ich der Zeitströmung

zwar insofern rechnungzutragen, als ich immer nur einen einzelnen Stoff und zwar in möglichst bündiger Form bearbeitet habe, um dem Leser öfters Ruhepausen zu gewähren; aber ich habe mich dabei vor aller Oberflächlichkeit zu bewahren gesucht, um den Sinn für ein klares Denken, für ein tieferes Eindringen in das Naturleben und so die Sehnsucht nach einer allgemeineren Erkenntniß des Kosmos im Leser zu wecken.

Ich wünsche nur, daß diese kleinen Lockvögel nicht blos bei Laien ihre Schuldigkeit thun, sondern daß ihre Singweise auch von Fachmännern mit demjenigen Ernste geprüft werde, welchen ich bei ihnen angewendet habe, ehe sie in die Welt geschickt wurden.

Berlin, im Juli 1873.

Philipp Spiller.

Inhalt.

Ueber den Werth der Naturwissenschaften als Volksbildungsmittel.

Wenn wir nach einer windstillen hellen Sommernacht morgens ins Freie gehen und erblicken an den Grashalmen und den Rändern der grünen Blätter Milliarden von Thautropfen herrlich glänzend in allen Farben des Regenbogens, wenn wir diesen selbst mit seiner unnachahmlichen Farbenpracht über den Horizont ausgespannt sehen, wenn der zuckende Blitz aus regenschwangeren Wolken unser Auge blendet und betäubender Donner unser Ohr erschüttert, wenn wir bei klarer Luft in der Nacht aus dem Dunkel des unendlichen Weltraumes die unabsehbare Schaar goldglänzender Gestirne hervorleuchten sehen; so werden wir zur Bewunderung der Natur und zu feierlichem Ernste gestimmt.

Aber nicht blos die Werke und Erscheinungen, welche ohne unser Zuthun in der Natur vorhanden sind und geschehen, erregen unser Staunen, sondern auch viele durch Menschenhand hervorgebrachte und geleitete, und zwar um so mehr, je weniger wir imstande sind, den inneren Zusammenhang zu begreifen. Wer daserstemal einen Eisenbahnzug daherbrausen sieht, ohne je das Ineinandergreifen der hierbei wirkenden Kräfte sich klar gemacht zu haben, wer es wahrnimmt, wie der menschliche Gedanke in veränderter Form mit Blitzesschnelle durch einen Metalldraht von großer Länge dahineilt, ist wol geneigt, an übernatürliche Kräfte

zu glauben; wenn er aber freilich bemerkt, daß der menschliche Wille diesen und anderen in der Natur vorhandenen Kräften die Richtung und Wirkungsweise anweist; so wird er nachdenklich, er gibt sich nicht blos einem geistlos hinbrütenden Staunen hin, sondern er möchte auch gern das Wie und Warum erforschen.

Wer nun in seiner menschlichen Entwickelung so weit vorgeschritten ist, daß er Ereignisse, welche angeblich nicht blos ohne, sondern sogar selbst gegen den Zusammenhang mit Naturkräften und Naturgesetzen geschehen sollen, für unmöglich hält, befindet sich auf dem allerbesten Wege, ein verständiger, vernünftiger und gesitteter Mensch zu werden.

Es ist nun das zwar sehr schwierige, aber äußerst dankbare Geschäft für den Naturforscher, zu zeigen, daß nichts in der Welt naturwidrig und naturungesetzlich ist, so außerordentlich mannigfaltig und verwickelt auch die Naturprodukte und Ereignisse sind, sondern daß Alles naturgesetzlich geworden ist und unter stetigen Umwandlungen im Werden bleibt und zwar mit unveränderter Erhaltung der Menge alles von Ewigkeit her vorhanden gewesenen oder unerschaffenen Stoffes und mit unveränderter Erhaltung aller vonjeher im Weltraum vorhanden gewesenen Gesammtkraft. Es besteht im Weltalle ein ewiger Kreislauf von Umwandlungen, welche wir nur inbetreff bestimmter Formen ein Werden, Bestehen und Vergehen nennen, und dabei wird alle wirksame oder lebendige an die Stoffe gebundene Kraft von Stoff zu Stoff, von Körper zu Körper ohne Verlust übertragen.

In der Natur herrscht keine Willkühr, sondern es geschieht Alles gesetzlich. Wenn man es vermocht hat, durch das Auffinden gewisser Naturgesetze die Bahnen der Weltkörper so genau zu verfolgen, daß man mit der erstaunlichsten Sicherheit Zeit und Ort ihres Erscheinens angeben kann, ja daß man imstande ist, aus beobachteten Abweichungen der Bahnen bereits bekannter Weltkörper das Vorhandensein bisher noch nicht gesehener, so wie auch für sie Ort und Zeit zu bestimmen; so waren dies allerdings

wunderbare Triumphe der Wissenschaft, aber sie hatten doch noch zu wenig Volksthümliches an sich, als daß sie von durchgreifendem Einflusse auf die geistige Entwickelung der großen Menge gewesen wären. Aber nachdem Chemie, Physik und Mechanik in den letzten 40 Jahren so tief in das materielle Leben einschneidende Wirkungen hervorgebracht haben, fallen auch dem Volke mehr und mehr die Schuppen von den Augen und es anerkennt die große Wichtigkeit der Naturwissenschaften, wenigstens schon von der materiellen Seite. Es hat wol einige komische Käuze gegeben, die es beharrlich verschmäht haben, das Teufelspferd, die Lokomotive, sich anzusehen und es gibt eine ganze Kaste von solchen, welche zwar gern auf der Eisenbahn fahren und auch die Telegraphen benutzen, es aber nicht für angemessen halten, daß das Volk sich bekannt mache mit den Naturwissenschaften, denen wir diese und tausend andere für die Entwickelung der ganzen Menschheit unendlich wichtige Erfolge zu verdanken haben. Diese durchaus selbstsüchtige Kaste hält es für angemessen, dem Volke den freien und tieferen Blick in das Wesen der Natur zu verschließen. Sie sorgt vielmehr emsig dafür, daß das Volk so wenig als möglich wisse, dafür aber desto mehr glaube.

Weil nämlich die Naturwissenschaften die in der Natur waltenden Gesetze erforschen und die Gesetzlosigkeit für unmöglich halten, tragen sie mehr als alle Warnungen und Vorstellungen dazu bei, den Aberglauben und den Wunderglauben, das eigentliche Lebenselement jener Kaste, aus der Welt zu schaffen. Welchen gewaltigen Hemmschuh die letzteren aber gegen die Entwickelung der Menschheit immerfort noch bilden, ist für die einsichtsvollen Menschenfreunde wahrhaft betrübend.

Wir wollen uns aber durch den in der neuesten Zeit sich wieder so breit machenden Zelotismus, der die Naturwissenschaften und ihre Diener verdammt, nicht nur nicht abhalten lassen, aus Liebe zur sittlichen und materiellen Hebung des Volkes naturwissenschaftliche Ergebnisse vorzuführen, sondern auch in ihr

Wesen einzudringen zu suchen. In diesen Zeilen begnügen wir uns den vorgesetzten Gegenstand kurz zu besprechen.

Die Entwickelung des Geistes muß schon vom Kindesalter an eine organisch gesetzliche Gliederung erhalten, wenn er nicht entweder durch Mangel verkümmern, oder durch Ueberfluß an Nahrung für's ganze Leben erdrückt, oder durch unangemessene Nahrung auf falsche Wege geleitet werden soll. Bietet man aber dem Kinde die rechte Geistesspeise rechtzeitig dar, so entwickelt sein Geist sich wunderbar rasch zu klarer Auffassung und zum selbstständigen Denken, was unendlich wichtig ist. Wir haben dann eine innige Freude an dem schnellen, mühelosen Wachsthume des jugendlichen Geistes, während ein verkehrter, unsystematischer, unorganischer Unterricht der Jugend eine unfruchtbare Pein und dem Lehrer eine undankbare Qual bereitet. Der unter jenen Umständen lebhaft sich entwickelnde Wissenstrieb der Jugend wirkt befruchtend auf uns selbst zurück, wir freuen uns an ihrer offenherzigen Unschuld, an ihren unverdorbenen Neigungen zum Guten, an ihren aus der Tiefe des Herzens kommenden Gefühlen. Es entwickelt sich aus diesem Verhältnisse eine gegenseitige Zuneigung und eine dauernde Liebe, welche ein Sporn für die Jugend ist, dem Meister ohne Falsch im besten Lichte sich zu zeigen und ihn zu befriedigen. — Wer aber der Jugend eine geistige Zwangsjacke anzieht, sie mit unverstandenen und unverständlichen und sinnlosen Dogmen abquält, welche dem wahren Wohle der Menschheit noch nie einen Nutzen gebracht haben, versündigt sich an der Jugend, ja an der ganzen Menschheit, die sich aus der Jugend unablässig erneuern soll. Die Jugend darf nicht zu Papageien und gedankenlos plappernden Betmaschinen abgerichtet werden.

Welcher Unterrichtsstoff eignet sich nun vorzüglich als Geistesnahrung für sie?

Nichts ist anziehender für die unschuldige Jugend und den unverdorbenen Menschen überhaupt als die Natur mit ihren

natürlichen Wundern, die sich in einer unendlichen Mannigfaltigkeit der Gebilde und der Erscheinungen bekunden. Wir suchen in jedem andern Gebiete des Wissens vergeblich nach einem ähnlichen Bildungsstoffe. Die Natur regt nicht blos die Anschauung in herrlicher Weise allseitig an, sondern sie wirkt auch mächtig auf Gemüth und Verstand.

Die Freude am Naturgenusse ist gewiß eine der reinsten und unschuldigsten, die es gibt; sie führt ohne Zwang zur Kenntniß und dann zur Erkenntniß der Naturerzeugnisse. Der Knabe sammelt sie, unterscheidet, ordnet, beobachtet und wird so unbemerkt eingeführt in das Leben und in das Heiligthum der Natur.

Auf jeder höheren Altersstufe schreitet die geistige Entwickelung unter richtiger Benutzung der Natur organisch vor. Man geht nach und nach von dem Konkreten zum Abstrakten: von der Naturbetrachtung durch die Beobachtung zur Forschung. Was dem einen Alter frommt und zugänglich gemacht werden muß, paßt nicht für das andere, ist ihm unverständlich, also nachtheilig und wirkt verwirrend. Die außerordentlich reichen Gebiete der Naturwissenschaft gestatten aber einen organischen Fortschritt.

Die Naturbeschreibung im engeren Sinne (gewöhnlich Naturgeschichte genannt) ist beim frühen Jugendalter das vortrefflichste Mittel für die Anschauungslehre, wodurch man Begriffe sammelt. Durch die Lehre von den Krystallgestalten (Krystallographie) und durch die Zerlegung der Pflanzen- und Thierkörper (Anatomie) lernen wir den gesetzmäßigen Aufbau der Stoffe zu leblosen und lebenden Wesen erkennen. Daran schließt sich mehr und mehr ein selbstständiges Denken, welches in der Chemie durch die wunderbaren Wandlungen der Stoffe beim Zerlegen und Verbinden derselben, in der Physik und Astronomie durch die Auffindung der Gesetzmäßigkeit aller irdischen und überirdischen Erscheinungen eine sehr vortreffliche Stütze erhält. In der Physiologie der Pflanzen und Thiere erkennen wir die in Lebensthätigkeiten sich äußernden Einwirkungen der Natur-

kräfte auf die Stoffe. Von der äußersten Wichtigkeit aber ist es, in der Geognosie und Geologie den Zusammenhang der allmählichen Entwickelung des Erdkörpers mit der Entstehung und Veränderung der organischen Lebensformen durch die Paläontologie bis auf die Gegenwart zu verfolgen und so die veraltete Vorstellung von sogenannten Schöpfungsperioden und Schöpfungsakten gründlich zu zerstören.

Je mehr ein Mensch Begriffe in sich aufnimmt, je umfangreicher seine Kenntnisse werden, je mehr er dann eindringt in das wahre Wesen der Dinge und in den natürlichen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung, desto vorurtheilsfreier, desto milder, desto bescheidener, desto gerechter, desto sittlicher wird er; denn er erkennt, daß ihm noch Vieles zur Vollkommenheit fehlt und daß er nach dem Beispiele in der Natur nur durch ein harmonisches Zusammenwirken mit seinen Mitmenschen sich Geltung verschaffen und ein nützliches Glied in der großen Kette der Menschheit sein kann.

Die mit der Betrachtung der Natur zusammenhängenden Untersuchungen führen uns ferner auf ein anderes wichtiges Ergebniß für die Entwickelung des Menschengeistes. So außerordentlich mannigfaltig und verwickelt auch die Erscheinungen uns gegenüber treten, so erkennen wir schließlich doch, daß sie alle unabweisbar nach bestimmten, für den ganzen unendlichen Weltraum mit allen seinen Stoffen und Körpern giltigen Gesetzen erfolgen. Die Naturgesetze sind aber der sinnlich-objektive Ausdruck mathematisch-abstrakter Gesetze und da die letzteren nur aus reinen absolut sicheren Vernunftschlüssen folgen, so sind die ersteren, welche das ganze Weltall beherrschen, gewissermaßen als Naturgedanken auch Vernunftgesetze.

Je weniger ein Mensch in seinem geistigen Leben an die Gesetze des Denkens sich hält, desto größer ist sein Unverstand, seine Unvernunft. Die Naturerscheinungen aber befriedigen unsere Vernunft in einem solchen Grade dann, wenn wir nur das

Gesetzmäßige aus ihnen herausfinden und uns nicht blos einem dumpfen und trägen Staunen überlassen, wie es bei gedankenlosen Gefühlsmenschen der Fall ist.

Daraus ergibt sich nun auch, daß in der Natur aller Menschen nur die Vernunft das einzig Beständige und Bleibende ist, weil sie allein auf unwandelbare Gesetze sich stützt, auf Gesetze, welche mit zweifellosem Wissen innig zusammenhängen; dagegen ist der Glaube, welcher annimmt, daß angebliche Ereignisse, welche nicht blos ohne, sondern sogar gegen den Zusammenhang mit Naturgesetzen und mit Naturkräften wirkliche Thatsachen gewesen seien oder stets werden könnten, ohne jede Spur eines klaren, auf Verständniß gestützten Bewußtseins: der Glaube ist schrankenlos, unbeständig, zufällig, willkührlich, nicht sowohl gesetzlos als vielmehr gesetzwidrig, er lehnt sich gegen die Vernunftgesetze auf, er ist unvernünftig und daher der einheitlichen, naturgesetzlichen Entwickelung der Menschheit außerordentlich gefährlich.

Kein Mensch hat vonnatur die Anlage nur unvernünftig zu werden, sondern wird es erst durch die Vernachlässigung oder durch eine falsche Richtung in der Erziehung. Jeder Mensch mit gesundem Gehirne ist entwickelungsfähig für das Vernünftige; nur verkehrter Unterricht bringt Unvernunft, Aberglauben und gedankenfaulen Glauben hervor. Wie ein Irrsinniger imstande ist, maschinenmäßig (automatenartig) stundenlang denselben blödsinnigen Satz herzusagen, so kann man ursprünglich gehirngesunde Menschen durch eine beharrlich fortgesetzte einseitige Dressur, wie sie thatsächlich in so manchen Anstalten geübt wird, zu einer Glaubensmaschine förmlich abrichten und kann es sogar erleben, daß diese Maschinenmenschen in ihrem Wahne, den Alleinbesitz der Wahrheit zu genießen, als eine vernichtende Kraft wahnwitzig in das gesunde Getriebe der Menschheit eingreifen, wie wir es leider heutzutage zufolge eines verkehrt gewesenen Schulunterrichtes erleben.

Das nicht nur unfruchtbare, sondern auch gefährliche Gebiet der Ansichten, Meinungen und Glaubenssatzungen wird aber durch das naturwissenschaftliche Studium der Thatsachen theils auf das rechte Maaß zurückgeführt, theils völlig ausgeschlossen von dem Reiche des Wissens und Begreifens, also des Verstandes und der Vernunft. Das Wissen befriedigt als ein wirklicher, der Glaube als ein eingebildeter Besitz. Der Glaube hat freilich für nicht Wenige viel Verlockendes, denn er gibt dem Gläubigen, wie man meint, himmlische Seelenruhe, d. h. geistigen Schlaf, Gedankenlosigkeit, apathisches Dahinvegetiren, während der Naturforscher um so mehr von sehnsuchtsvoller Angst und Begier, welche in allem die Wahrheit und das Gesetz zu finden sich bemüht, ergriffen wird, je tiefer er eindringt in die Geheimnisse der Natur. Der Glaube ist der ewige Stillstand, der geistige Tod der Menschheit, die Wissenschaft der ewige Fortschritt, das Leben der Menschheit. Der Gläubige liebt nicht die Seelenpein des Denkens, sie erscheint ihm als nutzlose Quälerei; er befriedigt sich mit den unverstandenen und unverständlichen Glaubensphantomen; er scheint zu meinen: Glaube ernährt, Wissen verzehrt, wozu soll er sich den Kopf zerbrechen. — Der Naturforscher kann die aufgefundene Wahrheit unbedenklich als Wissensschatz aufspeichern, um davon einen nützlichen und ergibigen Gebrauch zu machen; der Gläubige aber kann nichts geben, weil er nichts hat, er ist daher in der glücklichen Lage, daß man ihm nichts rauben kann und dennoch jammert er wol: Wenn man mir meinen Glauben raubt, was habe ich dann? Freilich träte dann auch seine ganze geistige Leere für ihn in erschreckender Weise hervor, wenn er noch so viel Kraft besäße, sich seiner selbst bewußt zu werden. Der Naturforscher erspart den Menschen diesen Jammer.

Durch den Glaubenszwang wird der freie Wille der Menschen naturwidrig unter die Knechtschaft der Dogmen- und Glaubens-Fabrikanten gebeugt. Der Glaube erkennt keine durch die Ver-

nunft oder die Natur diktirten Gesetze oder Schranken; er besteht in einem wüsten Umhertappen im Finstern ohne Achtung der von der Vernunft diktirten geistigen Freiheit des Einzelnen; er will unbedingte Unterwerfung, bedingungslose Knechtschaft.

Der Wille der vernunftbegabten, an sich freien Menschen steht nur unter den ewigen Naturgesetzen, weil ja die Vernunft nicht gesetzlos ist und unser freier Wille mit der Vernunft im Einklange steht. Der Misbrauch und die Misachtung dieser Freiheit ist vernunftwidrig und hat daher keinen natürlichen Anspruch auf Dauer, denn nur das Vernünftige hat die Berechtigung dauerhaft und ewig wahr zu sein. Der Glaube schlägt den freien Willen, die persönliche Freiheit in naturwidrige Fesseln; aber da die Unfreiheit gesetzlos ist, so ist sie zugleich unvernünftig. Wir sehen also, daß Glaube, Knechtschaft und Unvernunft untrennbar zusammengehören und allen Naturgesetzen widersprechen. Untersuchen wir aber diese Verhältnisse noch weiter!

Unsere Unfreiheit, unsere völlige Abhängigkeit von einer uns nicht sichtbaren übernatürlichen persönlichen Macht wird uns durch die Glaubenshelden seit Jahrtausenden äußerst eindringlich dar- und vorgestellt. Da liest und hört man nichts als ein klägliches Gewimmer über unsere Hilflosigkeit und Sündhaftigkeit und wir werden fortwährend auf einen außer uns liegenden Rettungsanker hingewiesen, der uns zugleich von der Erbsünde, als wirke sie wie die Krätze ansteckend, befreien und erlösen soll.

Das sind die verderblichsten Lehren, die je ein Menschengehirn ausgeheckt hat. Auch hier zeigen uns, abgesehen von der Geschichte der Völker, die Naturwissenschaften, daß der Mensch bei der Entwickelung der organischen Welt nur durch sich selbst das geworden ist was er ist, und wenn man den Begriff der Moral nicht aus der Menschheit entfernen will, so darf man jener „faulen Weltweisheit“ (Kant) nicht zustimmen. G. W. Fr. Hegel sagt daher auch mitrecht: „Der Mensch kann nicht würdig genug von sich denken.“

Die Naturwissenschaften haben als Ziel die Erforschung der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Welt im Großen und im Kleinen. Hierbei zeigt sich in beiden Richtungen nach ewig giltigen Gesetzen der Ausdruck eines vernünftigen Fortschrittes, einer naturgemäßen Entwickelung. Aber auch das geistige Leben der Menschheit bietet ungeachtet mancher hemmend gewesenen Einflüsse doch den Charakter einer organischen Entwickelung dar und es geht unstreitig mehr und mehr einem höheren Ziele entgegen. Jede Zeit ist die Tochter der Vergangenheit und die Mutter der Zukunft; jede erbt von der vergangenen, jede verwerthet das Erbtheil zu einem höheren Preise für die Zukunft. Die Paläontologie beweiset es unwiderleglich, daß der Mensch, weit davon entfernt aus einem Erdenkloß durch einen höheren Machtspruch aufeinmal entstanden zu sein, unter den härtesten Kämpfen um sein Dasein in stetiger Entwickelung während außerordentlich langer Zeit bis zu der jetzigen Stufe sich emporgearbeitet hat.

Wenn nun das Volk bisher in dem äußerst verderblichen Wahne, der mit kläglichem Geheul in Schrift und Wort unablässig verbreitet wird, erhalten worden ist, in dem Wahne nämlich, daß der Mensch durch sich selbst, durch seine eigene Kraft gar nichts ausrichten könne, daß er ohne eine von den Naturgesetzen angeblich unabhängige Wundermacht gar nichts vermöge; so zeigen uns die Naturwissenschaften glücklicher Weise das Gegentheil und retten uns die Grundlage für eine verdienstvolle und durchgreifende Moral. Niemals inderthat ist eine faulere und für die Entwickelung der Menschheit nachtheiligere Lehre aufgestellt worden als die angeführte. Sie hat sich aber in den Völkern auf der ganzen Erde um so tiefer eingefressen, je tiefer sie in ihrer Gesittung und Bildung stehen. Sind wir ein willenloses Werkzeug, das nur in der Lage ist von höheren Mächten das zu erbetteln, was es nur durch eigene Kräfte erreichen kann, wenn es naturgemäß ist, so gibt es keine Moral, keine Freiheit; es gibt

weder Tugend noch Laster. Wer etwas anderes herausfinden wollte, ist ein sophistischer Wortmacher, der dem Volke etwas vorredet. Freilich gibt es manche, welche meinen, daß es ohne Laster keine Tugend geben würde und daher kommt es wol auch, daß junge Sünder alte Beter werden.

Wir wollen schließlich den Nutzen, welchen die Beschäftigung mit den Naturwissenschaften mit sich führt, in wenigen Worten zusammenfassen.

Die Naturwissenschaften sind eine Quelle der reinsten und harmlosesten Freuden; sie erwecken geisterfrischend in uns einen unablässigen Drang zu immer tieferen Forschungen; sie bewahren uns vor der jetzt in unserer Schulbildung noch gar sehr herrschenden Einseitigkeit; sie führen uns durch eine ununterbrochene Kette neuer Entdeckungen allmählich, aber sicher zur Erkenntniß der Wahrheit und beseitigen so zum Schrecken der wundergläubigen Nichtdenker den Mystizismus, Aberglauben und den blinden Glauben überhaupt; sie führen uns zur Erkenntniß eines stetigen und nothwendigen Fortschrittes auf dem organischen und geistigen Gebiete; sie zeigen uns die ewigen Gesetze, welche überall im Weltalle giltig sind und für uns selbst als geistige Wesen einen Sporn und Antrieb zur vernünftigen Gesetzmäßigkeit enthalten, indem sie die Liebe zur Gesetzlichkeit und Ordnung stärken und so uns heranbilden helfen zu verständigen Staatsbürgern, welche in der durch das Gesetz geheiligten Freiheit des Einzelnwesens eine Waffe gegen die das Naturgesetz verwegen verletzende Willkür finden; sie zeigen nämlich, wie jedes Einzelwesen in seiner Freiheit dennoch den ewigen Gesetzen unterworfen ist und wie es als freies Glied nur bestehen kann, wenn es sich den vernünftigen Gesetzen des Ganzen fügt, wenn es Liebe zum Gesetze, Achtung vor dem Gesetze besitzt, wenn es sich also auch dem vielgegliederten Organismus der menschlichen Gesellschaft als verständiges Glied willig unterordnet, mit einem Worte: wenn es dem vernunftgemäßen, der Freiheit entsprechenden Gesetze

unterthan ist. — Die Naturwissenschaften lehren endlich die Naturkräfte nicht nur kennen, sondern auch, wenn auch nur in einem beschränkten Maße, beherrschen und benutzen, damit wir selbst unsere Körperkräfte mehr schonen, mehr mit Verständniß und Bewußtsein arbeiten und nicht blos als Arbeitsmaschinen thätig sind, wodurch wir unsern Wohlstand heben, auf diese Weise unser geistiges Wesen mehr und mehr vervollkommnen und überhaupt menschenwürdiger leben können.

Die Naturwissenschaften sind in ihren Einwirkungen auf die materielle, sittliche und geistige Hebung des Volkes jetzt schon von einem unschätzbaren Werthe; sie sollen aber auch noch weiter in sozialer, religiöser und politischer Richtung unendlich mehr wirksam werden, wenn ihre geisterleuchtenden Strahlen erst noch mehr in die tieferen Schichten gedrungen sind. Es wird dann der ekelhafte Aberglaube, es wird der für die geistige Entwickelung nicht nur nicht förderliche, sondern sogar schädliche Wunderglaube und Wunderkram als eine erfinderische Ausgeburt des Mystizismus, wenn nicht schnöder Gewinnsucht erkannt werden; es wird vielmehr die Vernunft in ihre Menschenrechte eingesetzt werden, man wird Erscheinungen im Weltalle als den Ausfluß erkannter und erkennbarer Naturkräfte betrachten, man wird die Naturkräfte noch weiter möglichst benutzen, um bei Schonung der Körperkräfte dem Geiste eine noch mehr menschenwürdige Richtung zu geben; man wird dann sein körperliches und geistiges Ziel nicht mehr abhängig machen von einer außer uns wirkenden Kraft, welche uns als willenlose Geschöpfe regiert, wodurch uns alles sittliche Selbststreben und jedes eigene Verdienst unmöglich gemacht wird; man wird vielmehr erkennen, daß die wahre Moral und die wahre Freiheit in der möglichsten Befreiung von fremder Hilfe besteht.

Die Naturwissenschaften werden in der Entwickelung der Menschheit noch schwere Kämpfe zu bestehen haben, weil es in allen Völkern noch hart gesottene Kasten gibt, die in einer für Ver-

nunftbegabte oft wirklich haarsträubenden Weise den Glauben erzwingen wollen, daß sie allein das Privilegium der Gottseligkeit zur Verwerthung beim Volke unveräußerlich in der Tasche haben. Aber es hilft nichts, wir müssen diesen menschenwürdigen Kampf mit offenem Visir aufnehmen und ehrlich durchfechten, bis wir ein besseres Geschlecht von Menschenfreunden, als es die Glaubenshelden sind, erzogen haben.

Wenn wir auch nicht so einseitig befangen sind, die Meinung verfechten zu wollen, daß die durch die Naturwissenschaften dargebotenen Mittel die einzigen sind, um die Menschheit ihrem höheren Ziele entgegen zu führen, so sind doch die Thatsachen und die bereits erlangten Ergebnisse der Art, daß wir ihren hervorragend hohen Werth für diese Ziele durchaus nicht in abrede stellen können und es daher als eine heilige Pflicht ansehen müssen, das Volk in seinen weitesten Schichten mehr als bisjetzt geschieht, mit der Natur und ihrem Wesen bekannt zu machen. Hoffentlich tragen die folgenden kleinen Abhandlungen dazu etwas bei.

Was wir von der Sonne wissen.

Wenn rohe Naturvölker die Sonne als Gott verehrten und anbeteten, so war dieses der Ausdruck eines tiefen Gefühles der Abhängigkeit alles fröhlichen Gedeihens und alles Lebens von diesem gewaltigen Weltkörper.

Dem Helios haben aber auch noch die sinnigen Altgriechen Tempel gebaut und Opfer gebracht. Diesem Gotte des Lichts blieb nichts verborgen. Er war es auch, der die heimliche Umarmung des Mars und der Venus verrieth, welcher der Ceres den Räuber ihrer Tochter nannte, der Rache nahm an des Ulysses Gefährten, weil sie ihm einige Rinder abgeschlachtet.

Nichts wird so fein gesponnen,
Es kommt an's Licht der Sonnen.

Der Sonnenkultus war inderthat ein vernunftgemäß viel mehr berechtigter, als das heutige Bestreben Knochen aufzusuchen von irgend einem angeblichen Heiligen, um vor ihnen eine „Andacht", ein „Gebet" zu verrichten, auch wenn der Heilige in seiner Askese sich vom Ungezieser hatte auffressen lassen oder ein zweifelhaftes und selbst gemeingefährliches Leben geführt hatte. So z. B. hat Pius IX. im Jahre 1862 den berüchtigten spanischen Inquisitor Peter Arbues zu einem Heiligen der Kirche gestempelt. Doch, verlassen wir diese widerwärtigen Verirrungen des Menschenverstandes!

Betrachten wir lieber einmal die Sonne, dieses Lebens-element für unser ganzes Planetensystem, nach ihrer durch die neuesten Untersuchungen ermittelten Beschaffenheit.

Die Entfernung und Größe der Sonne sind zwar schon ziemlich genau ermittelt, aber die Astronomen fast aller civilisirten Länder rüsten sich, um mit den besten Instrumenten der Neuzeit nach den besten Beobachtungs-Methoden bei dem Vorübergange der Venus vor ihrer Scheibe im nächsten Jahre die Maße noch genauer als bisher festzustellen. Einstweilen können wir ihre Entfernung von uns zu 19,778,000 und ihren Durchmesser zu 187,800 geographischen Meilen annehmen. Ihr Rauminhalt übertrifft den der Erde etwa 1,300,000 mal.

Um an das Wie ohne größere Umschweife das jeden Denkenden allein befriedigende Warum schließen zu können, will ich das Wesen der Sonne theils nach den zuverlässigsten Beobachtungen, theils nach den daraus mit Nothwendigkeit sich ergebenden Schlüssen sogleich anführen.

Der Sonnenkörper besteht aus einer schmelzflüssigen glühenden Masse von sehr hoher Temperatur, deren Mittel nach Zöllner 27700° C. beträgt (achtmal größer als die Hitze der bekannten Sauerstoff-Wasserstoff-Flamme). Er dreht sich in 25 Tagen 4 Stunden 24 Minuten mittlerer Zeit von Westen nach Osten, also in einer Richtung, wie alle dazu gehörigen Planeten und Monde, um seine Axe. Secchi hat ermittelt, daß die Temperatur der Sonne von ihren Polen nach dem Aequator hin wächst. — In den Jahren 1871 und 1872 haben Rosa (unter Secchi) in Rom und Cacciatore in Palermo durch eine große Anzahl von Beobachtungen (jener durch 185) festgestellt, daß der Sonnendurchmesser tagelang andauernden Schwankungen von 32′ 1,5″ bis 32′ 4,5″ ausgesetzt ist, so zwar, daß er zwischen den 20. und 23. Breitegraden am kleinsten sich zeigt.

Ist der Sonnenkörper bei einer Verfinsterung durch den Mond völlig bedeckt, so zeigt sich seine wol 3½ Millionen Meilen

hohe Atmosphäre. Man kann darin bei unmerklichen Uebergängen drei Stufen unterscheiden. Dicht um die Oberfläche des Sonnenkörpers befindet sich eine nicht hohe, sehr durchsichtige Schicht, welche bei der perspectivischen Ansicht ringförmig erscheint. Diese zwar glänzende, aber lichtschwache Photosphäre hat ziemlich unregelmäßige Umrisse, und nicht stets eine gleiche Breite. — Darüber erhebt sich bis auf etwa 1½ Millionen Meilen die mit auffallender Farbenpracht ausgestattete Chromosphäre, deren Licht allein es gestattet, bei heiterer Erdatmosphäre während einer gänzlichen Sonnenfinsterniß mäßig kleine Schrift zu lesen. — Den Beschluß macht die ins Unbestimmte sich verlaufende und nur mattleuchtende Krone (Corona).

Die Sonnenatmosphäre hat über den Polen der Sonne eine geringere Höhe als in der Breite von 65 Graden, und über dem Aequator scheint sie wieder niedriger zu sein.

Man würde sehr irren, wenn man sich den Zustand der Sonne als einen beständigen und sehr friedlichen dächte; es finden vielmehr auf ihr die denkbar furchtbarsten Umwälzungen statt. Um sie alle gründlich zu verstehen, muß ich eine von mir stets festgehaltene Hypothese erwähnen, ohne welche man eine Reihe von Erscheinungen auf ihren wahren Grund zurückzuführen durchaus nicht vermag; es ist die, daß die Sonne eine mit Gasen, worunter Wasserstoff die Hauptrolle spielt, erfüllte Hohlkugel von mäßiger, nach dem Aequator hin zunehmenden Dicke sei. Ich habe dieses schon früher und namentlich auch in meiner populären Cosmogenie*) angeführt, will aber zur besseren Beglaubigung und zur Begründung der an der Sonne vorkommenden Erscheinungen hier noch das Wesentlichste beifügen.

Wir wissen aus Spectraluntersuchungen mit vollster Sicherheit, daß die Sonnenatmosphäre aus einer Menge von Stoffen in gasigem Zustande besteht und daß Eisen dabei eine Hauptrolle

*) Die Entstehung der Welt und Einheit der Naturkräfte.

spielt. Bekannt ist ferner, daß verschiedene Stoffe unter gleichem Drucke bei verschiedenen Temperaturen sowohl schmelzen, als auch in Dämpfe oder Gase sich verwandeln. — Daher sind umgekehrt die Temperaturen, unter denen Dämpfe tropfbar, und tropfbare Flüssigkeiten fest werden, bei verschiedenen Stoffen ebenfalls verschieden.

Kühlt nun ein Dampfgemenge aus verschiedenen Stoffen nach und nach ab, so werden sich die Stoffe in der Reihenfolge niederschlagen oder condensiren, in welcher ihre Verflüchtigungstemperaturen abnehmen; d. h. diejenigen, welche zu ihrer Verflüchtigung der höchsten Temperatur bedurften, werden bei abnehmender Wärme zuerst wieder tropfbar flüssig werden.

Da nun die Sonnenatmosphäre mit ihren Gasgemengen durch Ausstrahlung in den Weltraum sich abkühlt und in ihr u. a. noch jetzt Eisen als Dampf vorhanden ist, so werden die Metalle, deren Condensationspunkt höher liegt (z. B. Platin) schon auf der schmelzflüssigen Oberfläche vorhanden sein.

Eisen hat ein specifisches Gewicht von etwa 7 (ist siebenmal schwerer als Wasser von gleichem Rauminhalte), das der schmelzflüssigen Sonnenmasse muß also größer sein. Aber nach allen Untersuchungen ist die als Vollkugel gedachte Sonne kaum 1 1/2mal so schwer, als eine Wasserkugel von demselben Rauminhalte. Es bleibt also kein anderer Ausweg für den aufgedeckten Widerspruch, als der, die Sonne als **hohl** anzunehmen, wodurch allein ihr specifisches Gewicht so klein ausfallen kann.

Abgesehen von diesem fürsich schon zwingenden Grunde liegt ein anderer nicht minder maßgebender in dem Wesen der Wärme als einer Schwingungserscheinung der kleinsten Massentheilchen. Bei einem freischwebenden, schmelzflüssigen, glühenden Tropfen, und mag es auch ein **Tropfen des Weltraumes** sein, stoßen die heftig schwingenden Theilchen im Innern desselben einander und werden so vom Mittelpunkte weg und nachaußen getrieben, wo sie einen geringeren Widerstand finden. Die

Schwingungskraft, also auch die Stoßwirkung der Theilchen wächst mit der Temperatur, denn je höher diese ist, desto größer ist die Anzahl der Schwingungen in einer bestimmten Zeit, wobei auch noch die Weite derselben wächst. Verbrannte ich eine Stahlfeder in reinem Sauerstoffe, oder einen Eisendraht mittelst des sogenannten electrischen Stromes, so zeigten alle größeren Kügelchen sich hohl; die kleineren waren es wegen der zu schnellen Abkühlung weniger. — So sind auch sogar die mikroskopischen, in der Luft von Fabrikräumen für Anfertigung von Eisenwaaren schwebenden Kügelchen von 0,002 Zoll Durchmesser hohl. (Dr. Siegersch.)

Weil nach den Spectraluntersuchungen die Masse des Sonnenkörpers noch schmelzflüssig und das Innere desselben nach unserer Darstellung hohl ist, und weil eine Axendrehung stattfindet, welche das Hohlwerden auch noch befördert, so muß zufolge der von den Polen nach dem Aequator wachsenden Schwungkraft die Dicke der Sonnenmasse in derselben Richtung zunehmen und auch die Sonnenatmosphäre aus demselben Grunde unter den Polen niedriger sein als unter dem Aequator.

Hiermit haben wir zugleich die Begründung der von Secchi aus der Beobachtung der Sonnenflecken gezogenen Behauptung, daß die Sonne an ihren Polen kälter sei als am Aequator, was im ersten Augenblicke auffallend klingt, da sie doch auf ihrer ganzen Oberfläche glüht. Ist nämlich in der Aequatorialzone eine größere Menge glühender Massen, als in den Polargegenden, so muß es auch dort wärmer sein als hier. Dazu kommt noch, daß die unter den Polen niedrigere Atmosphäre die Ausstrahlung der Wärme des Sonnenkörpers mehr begünstigt als unter dem Aequator, daß er also dort mehr abkühlt als hier.

Dieselben Thatsachen sind auch der Grund davon, daß in der Atmosphäre der Sonne ähnliche Strömungen stattfinden, wie wir sie von den Passaten der Erde kennen. Weil die beiden Ströme, der untere und der obere, in mittleren Breiten aufeinander

treffen und sich vermischen, so zeigt sich die Sonnenatmosphäre bei etwa 65 Grad Breite am höchsten, während sie über dem Aequator niedriger zu sein nur scheint, indem sie bei der dort höheren Temperatur durchsichtiger ist und weniger gut erkannt wird.

Die Stürme in der Atmosphäre (Spörer) müssen auch die Sonnenoberfläche aufregen. Man erkennt schon deshalb, abgesehen von anderen Ursachen, ein fortwährendes Wallen und Wogen in weiten Gebieten, wobei die Wellenkämme als lange aderartige Lichtlinien sich zeigen. In neuester Zeit sind auf der Sonnenoberfläche zeitweise einzelne heller leuchtende Stellen beobachtet worden. Es scheint mir kein Grund vorzuliegen, nach welchem man nicht annehmen dürfte, daß sie Ausbrüche der inneren, noch mehr schmelzflüssigen Masse von höherer Temperatur seien.

Im Gegensatze dazu erkennt man mit guten Instrumenten, daß die Sonnenoberfläche, namentlich gegen die kälteren Pole hin, wie mit kleinen grauen Schüppchen bedeckt erscheint. Die Fleckchen sammeln sich zufolge der mit der Axendrehung verbundenen Fliehkraft nachundnach in der Aequatorialgegend zu größeren, unregelmäßigen, meist rundlichen, am Rande vielfach umzackten dunklen Flecken, die nach Größe und Gestalt sehr verschieden sind, manchmal wie die auf Flüssen schwimmenden Grundeisschollen eine drehende Bewegung haben, aber an der Axendrehung der Sonne kürzere oder längere Zeit (Wochen, Monate) unter Veränderung ihrer Umrisse theilnehmen und endlich nachundnach, und zwar langsamer verschwinden als sie entstanden sind. Durch sie ist die Drehungszeit der Sonne und die Lage ihres Aequators ermittelt worden. Die auf der Rückseite der Sonne befindlichen Flecken erscheinen uns nämlich an ihrem Ostrande (links), bewegen sich nach dem Westrande (rechts) hin, verschwinden daselbst, um später am Ostrande wieder aufzutauchen.

Je mehr die Flecken nach der Mitte der Sonnenscheibe liegen, desto mehr erscheinen sie uns in ihrer ganzen Flächen-

ausdehnung, deren Durchmesser bisweilen bis zu 150,000 Meilen beträgt; je mehr nach dem Rande, desto mehr verkürzt sich perspectivisch ihr ostwestlicher Durchmesser, und um so mehr scheint der Kern dem matteren Rande sich zu nähern. Die Täuschung, als ob am Sonnenrande eine Vertiefung vorhanden wäre, wenn dort ein Fleck erscheint, mag Secchi die Veranlassung gegeben haben zur falschen Kratertheorie zurückzugehen.

Die Mitte der Flecken ist um so dunkler, je größer sie sind; an der Umgrenzung erscheinen sie in einem matteren Lichte, welches man nach einer früheren auch falschen Vorstellung von ihnen Halbschatten (Penumbra) nannte.

Die Ansichten über das Wesen der Flecken sind bis in die neueste Zeit sehr auseinander gegangen. Es würde hier zu weit führen, wenn wir die Angaben von Herschel und Wilson, von Secchi, Kirchhoff, Faye, Lockyer, Janssen, Frankland, Wüllner u. A. ausführen und einer Kritik unterwerfen wollten. Es ist nur zu verwundern, daß selbst Kirchhoff mit seinen Doppelwolken und Secchi mit seiner Krater- und Wolkenbildung das Richtige nicht gefunden haben. Erst Zöllner hat die allein richtige Schlackentheorie angenommen, die ich seit einer langen Reihe von Jahren in meinen öffentlichen Vorträgen (u. a. in der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin) vertheidigt habe.

Die Stoffe des Sonnenkörpers, welche einen höheren Schmelzpunkt haben, als ihn die Polargegenden desselben besitzen, müssen dort unter Begünstigung der Wärmeausstrahlung fest werden; andere Stoffe sondern in der für sie noch bedeutenden Gluth Schlacken ab, noch andere lassen nach der Verbrennung aschenartige Rückstände auf der Sonnenoberfläche. So bilden sich anfangs eine große Menge kleiner, grau erscheinender Flecken; diese werden durch die Schwungkraft nach dem Aequator hingetrieben, sammeln sich in einem Zonengürtel von etwa 13 Graden Breite zu größeren Feldern an, welche je nach ihrer Größe und Beschaffenheit eine gewisse Zeit andauern, dann aber bei der

größeren Gluth in dieser Zone allmählich und langsam verschwinden.

Es ist neuerdings die Thatsache ermittelt worden, daß die Sonnenflecken auf einem gewissen Sonnenmeridiane bei der Axendrehung nicht dieselbe Winkelgeschwindigkeit nach Osten behalten, sondern um so mehr westlich zurück bleiben, je größer ihre Entfernung vom Aequator (Breite) ist. Je entfernter sie von dem Aequator sich befinden, desto geringer ist ihre absolute Geschwindigkeit, desto geringer also auch ihre Schwungkraft, und desto mehr müssen sie an der schmelzflüssigen Masse haften bleiben und verzögert werden. Diese Umstände sind allein schon ein Beweis dafür, daß die Sonnenflecken auf dem Sonnenkörper schwimmende Schlackenmassen sind.

Bisweilen bemerkt man, daß quer durch größere Flecken hellere Lichtstreifen, Zungen (Brücken) gehen. Dieses ist ein Zeichen davon, daß dort entweder zwei kleinere Flecken zusammen kommen, oder daß ein größerer sich getheilt hat, wobei der eine Theil oft früher verschwindet als der andere. In beiden Fällen zeigt uns die Brücke den leuchtenden Sonnenkörper.

An die Schlackentheorie schließt sich einfach und naturgemäß die Erklärung verschiedener Erscheinungen.

Weil nämlich die Schlackenfelder die Ausstrahlung der Wärme des Sonnenkörpers hemmen, muß es über ihnen weniger warm sein, als über den fleckenfreien Gebieten. Die nothwendige Folge davon ist, daß die über den Flecken befindlichen gasigen Stoffe sich zu Wolken verdichten, und zwar ammeisten über deren Mitte, wodurch der dunkle Kern entsteht. Weil aber die Gluth rings um die Flecken eine viel bedeutendere ist als über ihnen, so müssen die in der Wolke an der Grenze der Flecken befindlichen Stoffe verbrennen. Inderthat zeigt sich dort ein unruhig aufflackerndes Licht, welches die Sonnenfackeln gibt. Nach einer von Leach am 2. April 1872 gemachten Beobachtung waren die am Ostrande der Sonne auftauchenden Flecken von Fackeln ganz

umgeben. Auch erscheint, wie Wilson beobachtet hat, der mattere Rand der Flecken bei ihrem Auf- und Untergange breiter, weil die am Rande eines Schlackenfeldes ziemlich lothrecht rauchartig aufsteigenden und als Sonnenfackeln verbrennenden Stoffe mehr von ihren Seitenflächen zeigen. — Mit der Annahme dieser Entstehungsweise der Sonnenfackeln stimmt Zöllners Beobachtung, daß ihr Gipfel heißer ist als die umgebende Sonnenatmosphäre, ganz gut überein.

Sehr bemerkenswerth ist es, daß die größte Anzahl von Sonnenflecken immer nach einer 11- bis 12jährigen Zwischenzeit eintritt. Da die siderische Umlaufszeit (das Jahr) des Jupiter 11,87 unserer Jahre beträgt und dieser gewaltige Planet, dessen Masse sieben Zehntel von der aller übrigen ist, in solchen Zwischenzeiten auf seiner elliptischen Bahn je einmal seinen Sonnennähepunkt erreicht, wo seine Anziehungskraft gegen die Sonne um ein Fünftel größer als im Sonnenfernepunkte ist; so wird es zur Gewißheit, daß vorzüglich er es ist, welcher die beweglichen kleinen Schlackenfelder zusammenzieht, um eine Art Flutwelle zu bilden.

Obwohl die Anziehung der Venus trotz ihrer größeren Nähe an der Sonne siebenmal kleiner als die des Jupiter ist, so scheint doch auch sie und selbst noch die Erde auf ein periodisches Erscheinen von Sonnenflecken von Einfluß zu sein.

Wir können hier noch einen interessanten Fall von der Zusammengehörigkeit scheinbar sehr verschiedener Naturerscheinungen anführen. Nämlich die Schwankungen der Magnetnadel und das Auftreten der Polarlichter halten sich ebenfalls an das Jupiterjahr. Der Zusammenhang davon scheint mir aber ganz einfach zu sein.

Die Erde ist nämlich kein Magnet, sondern wird erst Magnet durch die bei ihrer Axendrehung während der Besonnung entstehenden Wärmeunterschiede auf der Oberfläche. Es umlauft sie spiralförmig ein fortwährend von Osten nach Westen gehender

sogenannter thermoelektrischer Strom, wie es der die Erde lothrecht treffende Sonnenstrahl bei seiner Bahn zwischen den beiden Wendekreisen vorschreibt. Dadurch wird die Erde nach physikalischen Thatsachen in der Nähe des Südpoles positiv, in der Nähe des Nordpoles negativ magnetisch und richtet demgemäß unsere freischwebenden Magnetnadeln, d. h. der positive Pol (Nordpol) der Nadel wendet sich nach Norden, der negative nach Süden. — Jenachdem nun die Sonne Flecken hat oder nicht, ist der Besonnungsgrad an der Erde verschieden und demnach ihr thermoelektrischer und magnetischer Zustand.

Weil nun ferner nach der von mir aufgestellten Theorie die Polarlichter eine Ausgleichungs-Erscheinung sind zwischen der (dynamischen) Thermoelektricität an der Erdoberfläche und der (statischen) Spannungselektricität in der Erdatmosphäre, so befolgen auch die Polarlichter jene Hauptperiode, womit aber nicht gesagt ist, daß sie nicht auch in den Zwischenzeiten erscheinen könnten, wie es ja auch mit den Sonnenflecken der Fall ist.

Nun haben wir endlich noch eine ganz besonders interessante Erscheinung an der Sonne anzuführen, nämlich die Protuberanzen. Zeitweise steigen nämlich vom Sonnenkörper aus brennende Gassäulen bis zu 20,000 geogr. Meilen hoch in der Sonnenatmosphäre empor. Bei Sonnenfinsternissen sind sie am besten sichtbar und zeigen dann eine lebhaft glänzende Karminfarbe oder ein leicht in's Violette übergehendes Rosenroth. Es sind bereits eine Reihe von Beobachtungen vorhanden, nach welchen das allmähliche, wenn auch äußerst schnelle Aufsteigen vom Sonnenkörper selbst aus zu sehr großen Höhen bis in die mattleuchtende Krone feststeht. Dabei nimmt man in der Säule eine spiralförmig drehende Bewegung wahr, so daß ihr Inneres wegen der Fliehkraft weniger stofferfüllt erscheint. Endlich sind diese Säulen in ihrem oberen Theile westlich zurückgebogen und breiten sich schließlich zu einer horizontal gelagerten Wolke aus, welche nach und nach vergeht. Die Erklärung dieser Gebilde erscheint mir, wenn

wir den oben angenommenen Zustand des Sonnenkörpers als eine Thatsache annehmen, sehr leicht.

Zöllner nimmt zwar an, daß die Gase zu diesen Säulen aus einzelnen Blasenräumen in der schmelzflüssigen Masse des Sonnenkörpers selbst nach hinreichender Entwickelung zufolge des Druckes der Massen vonobenher hervordringen. Dieses aber kann nicht richtig sein, weil das so geringe specifische Gewicht der Sonne nicht herauskäme, wenn blos einzelne Blasenräume vorhanden wären, und dann auch weil die Protuberanzen in der auf die Sonnenoberfläche sehr stark drückenden und stoffreichen Atmosphäre zu so bedeutenden Höhen nicht emporsteigen könnten. Die Gase kommen vielmehr aus dem inneren großen Hohlraume der Sonne. Haben die Gase dort in Berührung mit dem heißen schmelzflüssigen Innern der Sonne eine gewisse Spannkraft erreicht, so bohren sie sich eine trichterförmige Oeffnung, die nachaußenhin immer mehr sich verengt, weil die Massen nachobenhin zäher werden. Wegen des schiefen Stoßes der Gase an die Trichterwände strömen sie in spiralförmigen Windungen aus.

Weil die Sonnen-Atmosphären gleichzeitig mit dem Sonnenkörper um die Axe von Westen nach Osten sich dreht, so müssen höher in ihr liegende Punkte eine größere nach Osten gerichtete absolute Geschwindigkeit haben als tiefer liegende in demselben Strahle und mit derselben Winkelgeschwindigkeit. Daraus ergibt sich mit Nothwendigkeit, daß die aufsteigende Protuberanz um so mehr nach Westen zurückbleiben muß, in je höhere Gebiete sie gelangt, denn sie kommt an Stellen, die mehr nach Osten voreilen, als sie es in den Punkten darunter vermochte.

Weil ferner die Sonnenatmosphäre nachobenhin kälter wird, verdichten sich die Gase nach und nach zu Rauch und bilden so die wie die Krone einer Pinie oben schwebende Wolke, welche wegen der eingetretenen Temperaturausgleichung nicht mehr emporsteigt. Die aus dem 17,700 Fuß hohen Cotapaxi bis auf 25,000 Fuß aufsteigende Rauchsäule zeigte sich nach

A. von Humboldt auch nach Westen gebogen und mit einer wolkenartigen Ausbreitung.

Am 2. April 1872 11^h 35^m beobachtete Leach einen Ausbruch von Wasserstoffbündeln, die eine Länge von 20 bis 50 Winkelsecunden, über denen losgelöste flockige Wolken in einer Höhe von 5′ oder fast 30,000 Deutschen Meilen schwebten. An der wellenartigen Basis erschien ein niedriges helles Horn. Um 2 Uhr erfolgte aus einem hellen Walle (einer aufgetriebenen Stelle) ein zweiter Ausbruch, dessen ausgeschleuderte Massen eine Höhe von fast 20,000 geographischen Meilen erreichten. (Die C- und F-Linien des Spectrums waren ganz verschoben.)

Wenn eine Protuberanz in die Sonnenatmosphäre auch blos bis auf 3′ Höhe getrieben werden soll, so muß sie schon einem Drucke von mehr als 4 Millionen Erdatmosphären ausgesetzt sein und aus einer Tiefe von 139 geogr. Meilen kommen, wo die Temperatur gegen 75,000° C. beträgt. Dieses würde also die Dicke der schmelzflüssigen Sonnenmasse auf etwa 140 geogr. Meilen bestimmen.

Die angegebene Entstehung der Protuberanzen wird noch dadurch bestätigt, daß sie nach neueren Beobachtungen bisweilen an denselben Stellen wiederholt hervorbrechen. Es ist überhaupt merkwürdig, und den aufgestellten, nach mehren Seiten bereits bestätigten Ansichten ganz entsprechend, daß der Sonnendurchmesser grade dort am kleinsten sich zeigt (zwischen 20 und 23 Gr. Br.), wo die Sonnenthätigkeit am größten ist, und die meisten Gasausströmungen stattfinden. Die oben angeführten Schwankungen der Größe des Sonnendurchmessers sind dann auch leicht erklärlich, wenn wir die Sonne als eine gaserfüllte Blase annehmen.

Es würde mich hier zu weit führen, wenn ich angeben wollte, in welcher Weise die obigen Ausführungen mittelst der jetzt so ungemein vollkommenen Instrumente theils ermittelt, theils bestätigt worden sind. Das Licht des Sonnenkörpers ist ein selbst-

ständiges weißes, das der Atmosphäre ist theils von der Sonne ausgegangen und von ihr zurückgeworfen, theils ein durch die glühenden Stoffe derselben erzeugtes, denn es ist einerseits in einer durch den Mittelpunkt der Sonne gehenden Ebene polarisirt, und zeigt andererseits ein continuirliches Farbenbild mit nur hellen Linien.

Wenn aus spectroskopischen Beobachtungen sich ergibt, daß die unmittelbar am Sonnenkörper vorhandene Gashülle nicht sehr dicht ist, so darf man daraus nicht schließen, daß dieses etwa von dem Mangel einer stark drückenden und hohen Atmosphäre herrühre. Jener Zustand ist vielmehr die Folge der großen Hitze des Sonnenkörpers, welche jene Hülle dort sehr durchsichtig macht, stark ausdehnt und ihr eine große Spannkraft verleiht.

Da die lebendige Kraft für unsere Erde und überhaupt für das ganze Planetensystem nur in unserer Sonne liegt, so wollen wir schließlich die Größe der in ihrer Wärme liegenden Kraft wenigstens annähernd zu ermitteln suchen. Wir kommen dabei zu Ergebnissen, welche unser ganzes Erstaunen erregen. Die in der Gravitation liegende Spannkraft lassen wir dabei unberücksichtigt.

Um uns durch Zahlen verständigen zu können, müssen wir uns nach einer Wärmeeinheit (Calorie) umsehen, welche uns zum Maße für alle durch Wärme erzielte Arbeit oder Erfolge dient. Man nimmt dafür diejenige Wärme an, welche fähig ist, 1 Kilogramm destillirtes Wasser bei mittlerem Barometerdrucke von 0° auf 1° C. zu erwärmen; eine Wärme, durch deren Verbrauch 425 Kilogramme in 1 Secunde 1 Meter hoch gehoben werden. Man sagt daher 1 Wärmeeinheit ist gleich 425 Meter Kilogrammen (Kilogrammetern). Verschwundene Wärme ist geleistete Arbeit. Die lebendige Kraft der Schwingungen der Molekel eines warmen Stoffes sind übergetragen auf Massen, welche bewegt werden.

Mittelst sinnreicher Vorrichtungen (Mouchet, Ericson) ist es gelungen, durch Sonnenwärme Wasser in Dampf bis zu einem

Drucke von 5 Atmosphären zu verwandeln und zu ermitteln, daß eine Fläche von 100 Quadratmetern in 1 Minute 1500 Wärmeeinheiten von der Sonne aufnimmt, die einer Arbeit von 142 Pferdekraft entspricht. Um einen Begriff von der außerordentlich großen Wärmewirkung durch die Sonne zu erhalten, bemerken wir, daß sie stündlich so viel entwickelt, als durch das Abbrennen einer die Erde umlagernden Kohlenschicht von 10 Fuß Mächtigkeit und die jährlich entwickelte durch eine solche, 3½ Meilen starke erzeugt würde.

Die von der Sonne auf die ganze Erde ausgestrahlte Wärme beträgt 2247 Billionen Wärmeeinheiten und würde eine mechanische Arbeit von 228,000 Millionen Dampfmaschinen, jede zu 1000 Pferdekraft, leisten.

Da aber die Erde bei einer mittleren Entfernung von der Sonne nur den 12650millionten Theil der scheinbaren Himmelskugel bedeckt, so ist die von der Sonne in den Weltraum überhaupt ausgestrahlte Wärme 12650 millionenmal größer als die, welche blos die Erde erhält. Besäße der Sonnenkörper nur die Wärmecapacität des Wassers, so würde seine Temperatur dabei jährlich um 1,04° C. herabgehen.

Bestände die Sonne auch wirklich aus den besten englischen Steinkohlen, so würde sie bei einem solchen Verluste doch schon in 5000 Jahren erloschen sein, wenn kein Ersatz stattfände. Es kommt ihr aber Hilfe von zwei Seiten. Einerseits fallen auf sie aus weiten Gebieten des Weltraumes zerstreute Stoffe, bei deren Zusammenstoß mit ihr schon ein Wärmegrad erzeugt wird, welcher zum Verbrennen hinreicht. Nach Meyers Berechnung würde ein mit einer Geschwindigkeit von 60 bis 85 geogr. Meilen auf die Sonne stürzendes Meteor 4600 bis 9200 mal mehr Wärme erzeugen, als eine gleiche Menge Steinkohlen bei ihrer Verbrennung. Dessen ungeachtet vermag diese Wärmequelle den Verlust durch Ausstrahlung beiweitem nicht zu ersetzen; denn nach Tyndall würde die Sonne durch Merkur nur auf 7 Jahre, durch die Erde

auf 95 und durch Jupiter nur auf 32,240 Jahre mit Wärme versorgt sein.

Eine viel bedeutendere Quelle der Wärme liegt in dem durch den Weltäther auf sie ausgeübten Drucke. Wenn der Sonnendurchmesser sich auch nur um den zehntausendsten Theil seiner jetzigen Größe verminderte, so würde die dadurch entstandene Wärme den Verlust auf 2100 Jahre decken, wenn sie jährlich auch nur 1,04 ° C. in den Weltraum ausstrahlt. Es sind gegen 100 Millionen Jahre vergangen, ehe ihre Temperatur von der durch das Zusammenstürzen aller sie bildenden Massen entstandenen bis zur heutigen herabgesunken ist.

Unser Erstaunen über die enorme Wärmekraft, welche schon die Erde allein durch die Sonne erhält, wird in die richtige Bahn geleitet, wenn wir die unendlich mannigfaltigen kleinen und großen Kraftäußerungen auf unserer Erde betrachten, welche alle mit der einzigen Ausnahme der Ebbe- und Flutbewegungen ein Ausfluß der Sonnenwärme sind. Das Zirpen des Heimchens, der melodische Gesang der Nachtigall, das Brüllen des Löwen, das Schlachtengetümmel, die Bewegung einer Wind- oder Wassermühle, genug, jede Bewegung auf unserer Erde ist verwandeltes Sonnenlicht, und ist als Kraft für die Sonne unwiderruflich verloren gegangen. Um die Größe des Verlustes durch die Erde einigermaßen zu beurtheilen, will ich nur ein Beispiel anführen.

Die Meere und die Sonne geben einen großen Dampfapparat. Vorzüglich in der Aequatorialzone wird das Wasser durch die Heizkraft der Sonne in Dampf verwandelt. Die Wasserdämpfe werden durch die Winde, welche auch verwandelte Sonnenkraft besitzen, nach größeren Breiten und auf's Land getragen, fallen dann als Regen, Schnee, Hagel ꝛc. besonders auf höher gelegenen Orten nieder und sammeln sich in Quellen, Bächen, Flüssen, Strömen, um dem Meere wieder zugeführt zu werden und einen neuen Kreislauf zu machen. Die fließenden und bisweilen von Höhen frei herabfließenden Gewässer sind die Träger

ungeheuer bedeutender Kräfte. Die Wasser der Niagarafälle allein dürften wol imstande sein, die Kraft aller jetzt vorhandenen Dampfmaschinen zu ersetzen, wenn diese nicht mehr als 4½ Millionen Pferdekraft besitzen.

Wenn wir heute Braunkohlen, Steinkohlen und auch Brennstoffe der Jetztwelt verbrennen, so zerstören wir die frühere Arbeit der Sonne und geben, ohne daß wir für die im Magazine aufgespeichert gewesene Arbeitskraft einen entsprechenden Ersatz auf der Erde haben, den größten Theil dieser Kraft dem unendlichen Weltall zurück, welcher der Ausgangspunkt auch für diese Kraft der Sonne war.

Wenn es nun feststeht, daß die Ausgaben an lebendiger Kraft sowohl für die Sonne als auch für die Erde und alle übrigen Planeten größer ist, als die Einnahme, so ist auch das Schicksal des ganzen Weltkörpersystems zweifellos: es stirbt nach und nach ab, aber nur, um dereinst zu einem neuen Leben zu erwachen. (S. Ph. Spiller: Die Entstehung der Welt und die Einheit aller Naturkräfte. Populäre Kosmogonie, S. 505.)

Im Anschlusse an die obigen Untersuchungen gebe ich noch als eine Bestätigung derselben die meist aus telegraphischen Berichten zusammengestellten und damals von mir sogleich veröffentlichten

Ergebnisse der Sonnenfinsterniß
am 18. August 1868.

Bei dieser Sonnenfinsterniß fanden eine Reihe so günstiger Umstände sich vereinigt, wie sie in mehren Jahrhunderten nicht mehr zusammentreffen. Der Mond stand fast genau in seiner größten Erdnähe, wobei er den scheinbar größten Durchmesser von 1006 Winkelsecunden zeigte, während er in der Erdferne nur 882 Secunden beträgt und einen Schatten von der größten Ausdehnung, nämlich von 51,169 Meilen Länge, auf die Erde wirft. Dabei waren Erde und Mond in derselben Zeit fast in der größten Entfernung von der Sonne (welche freilich auf den 21. Juni fiel), so daß ihr Durchmesser verhältnißmäßig klein erschien, nämlich 963 Winkelsecunden (16 Minuten).

In der Erdferne, d. h. wenn die Erde auf ihrer elliptischen Bahn um die Sonne von dieser am weitesten entfernt ist, kann der Mond nur eine ringförmige Sonnenfinsterniß erzeugen, weil sein Durchmesser kleiner erscheint, als der der Sonne. Der Mond befand sich bei dieser totalen Verfinsterung in aufsteigenden Knoten seiner Bahn, d. h. in dem Punkte, von welchem aus er über den nördlichen Theil der Erdbahn tritt.

Obwohl Erde und Mond sich von Westen nach Osten um die Sonne bewegen, so geht doch die Verfinsterung auf der Sonnenscheibe stets nur auch von Westen nach Osten, weil der Mond bei seiner Bewegung eine größere Winkelgeschwindigkeit besitzt, als die Erde. Lägen die Ebenen der Mond- und Erdbahn

genau in dem erweitert gedachten Sonnenäquator, so würden wir in der Mitte des Verfinsterungsgebietes auf der Erde nur centrale Sonnenfinsternisse wahrnehmen (entweder totale oder ringförmige).

Die Folge des Zusammentreffens der angeführten günstigen Umstände war es, daß die gänzliche Verfinsterung durch den Mondschatten in einer 2000 Meilen langen und 30 Meilen breiten Zone auf der Erdoberfläche stattfand und an günstigen Stellen fast 7 Minuten währte. Der Kernschatten der Totalität trat in Abessinien da ein, wo der blaue Nil sich nach Norden wendet, ging über das Rothe Meer nach Vorderindien, wo er zwischen Goa und Rajapur (Radschapur) ins Innere des Landes eindrang, dann durch den Meerbusen von Bengalen der Provinz Tenassarim in Hinterindien zueilte, sich nach Anam, Borneo, Celebes und anderen Inseln aus der Gruppe der Moluken wendete und im Angesichte der Hebriden sich verlor.

Man hatte sich von fünf Seiten zu Beobachtungen gerüstet: die Franzosen in Kambodscha und Malakka, die Engländer in Ostindien von Bombay aus zu Shalapore, in der Nähe von Masulipatnam; die Preußen (die Astronomen) im Innern Vorderindiens zu Bijapur (Bidschapur) und (die Photographen) zu Marshag-Hill, 2 englische Meilen von Aden entfernt; die Oesterreicher auch daselbst und von Rom aus der Pater Secchi.

In Aden trat die gänzliche Verfinsterung um 6 Uhr 20 Minuten ein und währte 3 Minuten, beim Eintritte nach Vorderindien dauerte sie schon 5 Minuten 10 Secunden und weiter östlich bis zu 6 Minuten 47 Secunden. Die Sonnen- und Mondtafeln sind jetzt so genau berechnet, daß der Unterschied zwischen der berechneten und der beobachteten Zeit kaum zwei Secunden betrug. Gewiß ein großer Triumph für die Wissenschaft, welche zu fälschen scheinheilige Dümmlinge sich erdreisten, ohne daß ihnen die Schamröthe ins Gesicht tritt!

In Marshag-Hill zeigte sich wenige Augenblicke vor und nach der Totalität um den dunklen Mondrand ein schmaler hellrother Saum mit auffallender Farbenpracht in weit ausgedehnter Umkränzung des Sonnenkörpers, von ihm getrennt durch eine helle schmale Schicht.

Bei dem wirklichen Eintritte der Verdeckung des ganzen Sonnenkörpers verschwanden plötzlich alle dunklen Linien in dem siebenfarbigen Farbenbilde und dasselbe ging in ein blasses continuirliches über, welches von den Protuberanzen und der Krone herrührte, aber keine besonders hervortretenden hellen Linien erkennen ließ.

Die Sonnenfackeln sind die nach völliger Bedeckung des Sonnenkörpers rings um den verfinsternden Mond auf jenem wie hervortretende Berge, aber in unruhiger Bewegung, bisweilen zackenförmig, und mit röthlich violettem Lichte bald mehr, bald weniger aufleuchtenden Erscheinungen. Man nennt sie zwar auch Protuberanzen, aber es sollte zwischen beiden ein schärferer Unterschied gemacht werden, als es gegenwärtig noch geschieht.

Die Krone (Corona) ist ein den Sonnenkörper bis zu einer Höhe von 1/5 ihres Durchmessers, also auf etwa 38,000 Meilen umgebender prachtvoller Strahlenkranz, gebildet durch die Sonnen-Atmosphäre, in welcher die Sonnenstrahlen zurückgeworfen und gebeugt werden. Ohne Verfinsterung des Sonnenkörpers ist dieser helle und weiße Schein mit einzelnen weithin fortlaufenden Strahlen nicht sichtbar, weil das Sonnenlicht gegen ihn zu stark ist; aber es wird doch das von dem Sonnenkörper ausgehende Licht durch diese Atmosphäre um so mehr geschwächt, einen je längeren Weg es durch sie zu gehen hat, also gegen den Sonnenrand hin.

Von den drei größeren, nach Lage, Höhe und scheinbarer Größe gemessenen Protuberanzen während unserer Verfinsterung zeichnete sich die eine durch ihre lebhaft glänzende karminrothe Farbe, durch ihre scharfe Begränzung, durch ihre finger- oder hornförmige, oben rückwärts gebogene Gestalt, vorzüglich aber durch

ihre wunderbar weite Erstreckung in die matter leuchtende Krone hinein aus; denn die österreichischen Astronomen nahmen ihre Höhe zu zwei Winkelminuten oder 1/8 des Sonnenradius (über 11,700 Meilen), die preußischen Photographen zu 1/14 des Sonnendurchmessers (über 13,400 Meilen) an; also mit Sicherheit über 12,000 Meilen. Sie war die ganze Totalität über und selbst dann noch einige Minuten lang sichtbar, bis sie durch Gewölk verdeckt wurde. Auch die Krone wurde gegen das Ende der Totalität durch einen dünnen Wolkenschleier überzogen, während die Protuberanzen noch durchleuchteten.

Kurz vor dem Ende der Totalität und als der rothe Saum der Sonne erschien, verschwanden im Spektroskope die Farben der größten Brechbarkeit fast vollständig, indem die hochrothe, rothe und orange noch ganz scharf, die gelbe schon etwas verschwommen, die grüne kaum noch bemerkbar, die blauen und violetten aber völlig verschwunden waren; zuletzt blieb nur eine Reihe rother, durch breite und dunkle Zwischenräume voneinander getrennter Bänder zurück.

Obwol den preußischen Beobachtern in Ostindien die vorüberziehenden Wolken nur 3 Secunden gestatteten, die volle Verfinsterung wahrzunehmen; so sahen sie doch jenes merkwürdige Protuberanzgebilde 32 Minuten später noch fast von derselben Gestalt und an derselben Stelle. Es ist eine Erscheinung, welche bisjetzt noch bei keiner früheren Sonnenfinsterniß mit solcher Genauigkeit wahrgenommen worden ist. Ein Versuch sie zu erklären, bedarf wol kaum der Entschuldigung.

Wir dürfen nach den uns bisjetzt bekannten Thatsachen annehmen, daß die Oberfläche des Sonnenkörpers anfängt aus dem flüssigen Zustande in einen mehr zähen, wenn auch noch nicht festen überzugehen. Die Sonnenflecke sind schlackenartige Gebilde, über welchen die Sonnenatmosphäre etwas abgekühlt wird, weil die oft weit ausgedehnten Schlacken die von unten kommende Gluth etwas abhalten. Die Folge davon ist, daß die gasigen

Stoffe darüber in der Atmosphäre sich theilweise zu Dünsten verdichten, vonoben nach und nach herabsinken und einem Verbrennungsprozesse ausgesetzt werden, welcher sich uns als Sonnenfackel darstellt. Die Richtigkeit dieser Ansicht möchte schon daraus sich ergeben, daß sie an solchen Stellen hervortreten, an welchen vorher Sonnenflecke beobachtet wurden. Die ansich ziemlich dunklen Sonnenflecke zeigen auch bei gewöhnlichen Sonnenbeobachtungen eine mattere Einfassung, den sogenannten Halbschatten, welche von diesen Dünsten herrührt.

Diese Erklärung für die gewöhnlichen Sonnenfackeln kann aber nicht angewendet werden auf die über 12,000 Meilen in die Sonnenatmosphäre hineinreichende und scharf begrenzte Protuberanz. Es läßt sich bei dem Zustande der Sonnenoberfläche leicht denken, daß die innere furchtbare Gluth des Sonnenkörpers, auf welchen die mindestens 38,000 Meilen hohe Sonnenatmosphäre einen ungeheuren Druck ausübt, sich durch die schon im Festwerden begriffene Kruste einen kraterförmigen, verhältnißmäßig engen Ausweg gebahnt hat, daß durch diesen von dem Inneren des hohlen Sonnenkörpers aus Stoffe im gasigen Zustande mit enormer Gewalt hinausgetrieben worden und dabei theilweise verbrannt sind. Eine Bestätigung dieser Ansicht liegt wol darin, daß das Horn in seinem oberen Theile nach Westen zurückgebogen erschien, wie es bei der Axendrehung der Sonne von Westen nach Osten nothwendig ist, weil die vonunten nachoben getriebenen Stoffe aus ihrem Ursprungsorte eine geringere nach Osten gerichtete Geschwindigkeit mit sich bringen, als sie die höheren Orte der Sonnenatmosphäre, in welche sie gelangen, besitzen; sie müssen also oben nach Westen zurückbleiben.

So nun hat die Beobachtung dieser Sonnenfinsterniß glänzend bestätigt, was die Wissenschaft, auf irdische Beobachtungen gestützt, als nothwendig angegeben hatte. Der Sonnenkörper ist in einem glühenden Zustande und umgeben mit einer Atmosphäre, in welcher eine Menge von Stoffen

verbrennen oder in einem glühend gasigen Zustande vorhanden sind.

Es verbrennen in der Sonnenatmosphäre u. A. Barium, Zink, Kupfer, Kobalt, Nickel, Eisen, Mangan, Chrom, Magnesium, Calcium, Natrium, Sauerstoff, Wasserstoff. Es ist bemerkenswerth, daß man alle diese Stoffe mit Ausnahme von Barium auch in den Meteorsteinen wiedergefunden hat. Letztere enthalten freilich außerdem noch Arsen, Kali, Aluminium, Titan, Phosphor, Schwefel, Olivin, Chrysolith. Bei der Sonne hat man bisjetzt noch nicht entdeckt Gold, Silber, Zinn, Blei, Arsen, Antimon, Strontian u. a.; aber wir können die Spektralanalyse derselben noch nicht für abgeschlossen ansehen, und somit dürfen wir immerhin die Behauptung aufrecht erhalten, daß alle Weltkörper aus denselben Stoffen zusammengesetzt sind, worauf übrigens noch die Entstehung der Weltkörpersysteme und die Spektraluntersuchungen bei anderen Himmelskörpern hinweisen.

Der Mond.

Der Mond hat für Gemüth und Geist so vieles Anziehende und Anregende, daß es gerechtfertigt erscheint, wenn wir ihm einmal eine eingehendere Aufmerksamkeit widmen, zumal so manche ihn betreffende Fragen durchaus noch nicht genügend beantwortet sind. Uebrigens wird es wol kaum Jemanden geben, bei welchem sich an den Mond nicht irgendeine angenehme Erinnerung knüpfte. Mir z. B. wird der tiefergreifende Eindruck stets unvergeßlich bleiben, welchen ich erhielt, als ich 1860 in einer mondhellen Augustnacht eine Stunde lang auf der Gallerie des Thürmchens zubrachte, welches auf einem dicht oberhalb der Niagarafälle aus den Fluthen hervorragenden Felsen erbaut ist. Die schaurige Gewalt der das Thürmchen und die aus dem Flußbette hervorragenden Felsenstücke umbrausenden Gewässer, der klare Wiederschein des Mondes von dem glatten Spiegel der an der kanadischen Seite mit furchtbarer Schnelligkeit einhereilenden Wassermassen, die laubbekränzten herrlichen Gestade der Insel Goat Island und des Festlandes und das schreckliche Tosen der aus einer Höhe von 167 Fuß in einen Kessel von 180 Fuß Wassertiefe hinabstürzenden ungeheuren Wassermassen machte bei dem tiefen Schweigen der übrigen umgebenden Natur auf mich einen unbeschreiblich erhabenen Eindruck.

Weil der Mond der unablässig treue Gefährte der Erde ist,

weil er unsere Nächte mit seinem milden Lichte erhellt, weil er uns stets dasselbe Gesicht zeigt und es nie in Falschheit von uns abwendet, ist er auch stets der Liebling der Dichter und Liebenden gewesen. Nach des Ariosto's lieblicher Dichtung ist ja die Unschuld der Sitten schon längst von der Erde nach dem Monde entflohen. Er ist das Sinnbild des ewigen Friedens und ungestörter Harmonie.

An ihn aber knüpfen sowohl die strenge Wissenschaft, als auch das trockene prosaische Leben eine Menge von Fragen, welche nicht blos unser praktisches Interesse erregen, sondern auch zu einer näheren Erforschung seiner Natur anreizen.

Dem so offen daliegenden Wechsel seiner Beleuchtung und seiner imallgemeinen nicht schwierig zu erforschenden Bewegung verdanken wir seit dem frühesten Alterthume die Zeiteintheilung in Monate, Wochen und Jahre, was in der geschichtlichen Entwickelung der Völker von großer Bedeutung war. Er ist es aber unter allen Gestirnen vorzüglich, welcher die reichhaltigsten, anziehendsten, freilich auch schwierigsten Aufgaben für die Prüfung der allgemeinen Anziehungsgesetze der Weltkörper darbietet und durch seine zusammengesetzten feineren Bewegungen der Astronomie eine so erstaunliche Schärfe in ihren Berechnungen gegeben hat.

Der Astronom bestimmt aus seiner Stellung zu den Fixsternen und zur Erde u. a. die geographische Länge der verschiedenen Orte, so daß der Schiffer auf dem weiten unwirthbaren Oceane sich dann zurechtfinden kann. Dieser beobachtet auch fleißig die Zeiten der Ebbe und Flut nach dem Erscheinen des Mondes im Meridiane des betreffenden Ortes, um die Aus- und Einfahrt von und nach dem Landungsplatze zu bestimmen; der Müller benutzt die bei der Ebbe und Flut stattfindende Strömung an der Mündung der Flüsse ins Meer als bewegende Kraft. Der Mond hat sogar nicht wenig zur Gestaltung der Erdoberfläche beigetragen und trägt noch bei, denn die durch

Flüsse in das Meer geführten festen Bestandtheile der Erdoberfläche werden nur an der Mündung solcher Flüsse abgesetzt, zu denen die Flut nicht dringt oder wo sie durch die Gestalt des Festlandes abgeschwächt wird, während sie anderen Falles erst in großer Entfernung abgelagert werden. An der Donaumündung z. B. ist bei dem Mangel an Ebbe und Flut eine Deltabildung, am Rheine ist es anders. (Die größte Höhe der Flutwelle zwischen Brest und Dünkirchen schwankt zwischen 16 und 30 Fuß). Ferner harrt der Landmann oft sehnsüchtig auf den Neu- oder Vollmond, wenn er eine Aenderung des Wetters erwartet. Wer die Nacht zu reisen genöthigt ist, wünscht sich den Vollmond, der ihn dann wenigstens auf einige Zeit scheinbar an demselben Orte zu begleiten scheint, weil er inzwischen seine Stellung gegen die Fixsterne nicht bedeutend ändert; und wer möchte endlich nicht gern wissen, wie der Mond eigentlich beschaffen und ob er zum Wohnsitze von willenbegabten Wesen geeignet ist.

Wir können hier nur das Wesentlichste und auch dieses nur in allgemeinen Umrissen anführen, wollen aber dabei stets die Naturgesetze, denen alles Werden und Sein ausnahmelos unterworfen ist, fest im Auge behalten, um uns nicht haltlosen Trugbildern hinzugeben.

Der Mond zeigt sich jetzt noch mit der Erde als gewissermaßen verwachsen und als ein ehemaliger Bestandtheil derselben. Noch klarer und bestimmter tritt freilich die ehemalige Einheit der Monde mit ihren Planeten beim Saturne und seinem Systeme von Monden und Ringen hervor. Seine acht Monde erscheinen uns fast in einer geraden Linie, welche mit der erweiterten Ebene seines Aequators ziemlich zusammenfällt und ebenso liegen die ihn frei umschwebenden Ringe dem Aequator gegenüber. Nun ist die Axendrehung des Saturn heute noch sehr schnell, denn er vollendet sie in 10 Stunden 29 Minuten 7 Secunden und da sein Durchmesser 16,350 Meilen beträgt, so hat jeder Punkt seines Aequators eine Geschwindigkeit von fast 33,300 Fuß in

jeder Secunde. Daraus ergibt sich, daß die Fliehkraft am Aequator des Saturn heute noch sehr groß ist; sie muß aber vor der Ablösung der Monde und Ringe noch größer gewesen sein. Zuerst wurden nach der von mir in der populären Kosmogonie angegebenen Abschleuderungstheorie die Monde nach und nach abgelöst und entzogen bei dieser Gelegenheit dem Planeten fast alle Flüssigkeiten, durch welche sie selbst sich kugelförmig zu gestalten vermochten; zuletzt erst lösten sich noch die Ringe ab. Da aber die Stoffe des Planeten um den Aequator schon in einem zähen Zustande waren, so konnten sie Kugeln nicht mehr bilden. Es ist daher sehr natürlich, daß man auf dem Saturn keine Erscheinung beobachtet, welche auf das Vorhandensein einer Flüssigkeit schließen ließe.

Unser Mond wurde aus der Gegend des Erdäquators wahrscheinlich in der Zeit losgerissen, als die Venus von dem Centralkörper, dessen letzter Rest die Sonne ist, sich trennte; denn die nothwendige Folge dieser Trennung war, daß die Erde nicht nur eine Strecke weiter fort in den Weltraum flog, wodurch die Vergletscherung der Polargegenden mit ihren furchtbaren, heute noch erkennbaren Folgen eintrat, sondern daß sie in größerer Unabhängigkeit von dem Centralkörper auch eine schnellere Achsendrehung annahm. Dadurch wuchs die Fliehkraft, namentlich in den Aequatorialgegenden so sehr, daß sie die nach dem Erdmittelpunkte gerichtete Schwerkraft übertraf, wodurch ein Theil von ihr als der jetzige Mond abgeschleudert wurde. Die Abtrennung geschah wol auf der Rückseite der Flugbahn der Erde, weil dort ein Theil der Masse nach dem Beharrungsgesetze nicht sofort die verlangte Geschwindigkeit annehmen konnte und daher gegen die Hauptmasse zurückblieb. Darauf deutet die Lage des Mondschwerpunktes hin. Er löste von der Erde sich ab mit allen Berechtigungen zu einer selbstständigen Gravitation, nahm also alle in ihrem Bereiche befindlichen Stoffe mit sich fort, ohne auf seinem Wege durch den Weltäther davon merklich zu verlieren. Durch

diese Abschleuderung verlor die Erde so an Rotationskraft, daß sie gegen 17mal schneller als jetzt, oder schon in 1 Stunde und 25 Minuten, sich um ihre Achse drehen müßte, damit an ihrem Aequator die Fliehkraft gleich werde der Schwerkraft.

Der Mond flog von der Erde fort im Weltraume in einer (parabolisch) gekrümmten Bahn so weit und so lange, bis seine Fliehkraft im Gleichgewichte erhalten wurde durch seine Schwerkraft (Gravitation) zur Erde. Weil aber die Erde von Westen nach Osten sich nicht nur um ihre Achse, sondern auch um die Sonne dreht, behielt auch der Mond nach seiner Ablösung von ihr diese Bewegungsrichtung während seines aus der Achsendrehung der Erde nothwendigen monatlichen Umlaufes um sie bei.

Wir müssen hierbei die Lage des Mondes in einer dreifachen Beziehung auffassen:

1) Er kommt zur Erde und den Fixsternen von einem bestimmten Augenblicke an wieder in dieselbe Lage nach 27 Tagen 7 Stunden 43' 11,56" und legt daher täglich an der scheinbaren Himmelskugel einen Bogen von 13 Gr. 10' 35" zurück, wenn wir auf die kleine Verrückung der Tag- und Nachtgleichenpunkte auf der Erdbahn nicht Rücksicht nehmen. Diese Zeit heißt der siderische Monat.

2) Weil aber die Erde mit ihm von Westen nach Osten um die Sonne wandert, so muß er noch eine Strecke zurücklegen, ehe seine Stellung zur Sonne und Erde wieder dieselbe wird. Die ganze Zeit zwischen zwei solchen Stellungen (von Neumond zu Neumond) heißt der synodische Monat, welcher 29 Tage 12 Stunden 44' 2,86" beträgt, wobei der Mond täglich einen Bogen von 12 Gr. 11' 27" zurücklegt. Die ganze Zeit zwischen zwei gleichen Mondphasen ist also um 5 Stunden 51,3" größer, als die Zeit, in welcher der Mond zu denselben Sternen zurückkehrt.

3) Weil die Tag- und Nachtgleichen-Punkte der Erdbahn nach und nach zu westlicheren Sternen rücken, so trifft der Mond

immer etwas früher in der Ebene der Elliptik ein, oder es vermindert sich die siderische Umlaufszeit noch um 6,83", so daß die tropische Umlaufszeit 27 Tage 7 Stunden 43' 4,72" und somit das tropische Jahr (von Nachtgleiche zu Nachtgleiche) 365 Tage 5 Stunden 48' 51,5" beträgt.

Zwölf Mondwechsel geben also nur 354 Tage und fast 9 Stunden, also beinahe 11 Tage weniger als ein Sonnenjahr. Nach etwa 18 Jahren 218 Tagen 21 Stunden 22' 46" ist der Lauf der Knotenpunkte (d. h. der Durchschnittspunkte der Mondbahn mit der Erdbahn) nach Westen vollendet, und es kommen nach dieser Zeit die Mondwechsel wieder auf dieselben Tage zurück. Dieser Zeitraum heißt ein Mondzirkel. Das erste Jahr desselben hat den Neumond am 1. Januar. Die goldene Zahl des Jahres gibt an, das wievielte des Mondzirkels ein gewisses Jahr ist; die Epakte gibt das Mondesalter am Neujahrstage an oder wieviele Tage am Neujahrstage seit dem letzten Neumonde verflossen sind. Die Epakte schreitet jährlich um 11 fort. Das Osterfest fällt jedesmal auf den Sonntag, der mit dem ersten Vollmonde nach dem Frühlingsanfange zusammentrifft oder diesem folgt. Nach etwa 19 Jahren trifft der Vollmond zwar auf denselben Monatstag, nicht aber das Osterfest, weil dieser Tag nicht gerade ein Sonntag zu sein braucht.

Es ist durch die Flecken des Mondes, welche ungeachtet des Wechsels seiner Lichtgestalt stets dieselbe Lage gegen uns behalten, sehr leicht erkennbar, zugleich aber auch höchst merkwürdig, daß er eine selbstständige Achsendrehung, wie die Planeten sie besitzen, nicht angenommen hat, denn er wendet uns stets dieselbe Seite zu und hat somit erst nach einem vollständigen synodischen Umlaufe sich einmal um seine Achse bewegt. Da die Mondbahn mit dem Mondäquator einen Winkel, wenn auch nur von 6 Graden 36 Minuten (6,647 Gr.) bildet, so ist sie eine Ellipse. Verfolgt man aber den Weg des Mondes im Weltraume während eines Erdenjahres, so ist er für ein synodisches Mondjahr eine

fast schlangenförmig gekrümmte Linie (beschrieben in 354,367 Tagen), eine Zykloide, indem der Mond zur Zeit des Vollmondes außerhalb, beim Neumonde innerhalb der Bahn sich befindet, in welcher die Erde um die Sonne fortgeht. Man kann sich eine Vorstellung von dem Wege machen, wenn man die Bahn verfolgt, welche ein Nagel im Umfange eines Rades zurücklegt, welches sich auf einer Ebene gradeaus bewegt. Die Mondbahn würde nur dann eine in sich geschlossene Ellipse sein, wenn Erde und Mond allein vorhanden wären.

Weil der Mondäquator mit der Erdbahn einen Winkel von nur 1,5 Grad bildet, so steht die Mondachse auf der Ekliptik fast senkrecht. Aus dieser Thatsache darf man wol den Schluß ziehen, daß der Mond weniger ein Produkt der beschleunigten Achsendrehung der Erde bei der Entstehung der Venus ist, als vielmehr eines Zurückbleibens eines Theiles der Erdmasse bei der plötzlichen Entfernung der Erde von dem Centralkörper. Daraus ergibt sich auch der Mangel einer selbstständigen Achsendrehung des Mondes und einer Abplattung. Da die Bahn des Mondes um die Erde mit der Erdbahn einen Winkel von 5,14 Gr. bildet (6,64—1,50); so ändert die Mondbahn ihre Lage gegen den Aequator der Erde von 18,4 Gr. bis zu 28,6 Gr. (nämlich $23{,}5 \mp 5{,}1$), weshalb der Mond uns manchmal sehr hoch, manchmal sehr niedrig über dem Horizonte erscheint.

Den Grund von der einseitigen Lage des Mondes zur Erde meine ich nun darin zu finden, daß der Schwerpunkt des ganzen Mondes etwa acht Meilen jenseits seines Mittelpunktes liegt, also daß er weiter von der Erde entfernt ist, als der Mittelpunkt. Diese Lage des Schwerpunktes ergibt sich inderthat als unbedingt nothwendig, wenn wir annehmen, daß sich der Mond erst dann von der Erde abgelöst habe, nachdem sich bei ihr bereits eine festere Rinde gebildet hatte. Wenn nun ein Theil des Erdkörpers abgeschleudert wurde, welcher aus Bestandtheilen von verschiedenem spezifischen Gewichte zusammengesetzt

war, so besaßen die gewichtigeren Stoffe eine größere Fliehkraft, als die leichteren und mußten daher weiter fortfliegen und auch stets in der größeren Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde, als dem ursprünglichen Drehungsmittelpunkte, bleiben.

Man kann dieses durch einen Versuch leicht bestätigen. Man bindet an dem Schwerpunkte eines Stabes eine Schnur an, befestigt an die Enden des Stabes zwei Körper von ungleichem Gewichte, schleudert diese Vorrichtung in einer Kreisbahn um sich herum und man wird bemerken, daß der gewichtigere Körper stets der entferntere bleibt.

Die von der Erde abgeschleuderte Masse ist mit voller Bestimmtheit im Ganzen noch ziemlich flüssig oder wenigstens breiartig gewesen, denn sonst würde sie kugelförmig sich nicht haben gestalten können, wie es doch thatsächlich geschehen ist. Dieses festzuhalten ist für die Untersuchung der Natur des Mondes wichtig.

Der Mond wendet uns also heute noch wie bei seiner Entstehung die leichtere höhere Seite mit ihren schlackenartig glänzenden vulkanischen Massen zu. Es zeigen sich auf der uns stets zugewendeten Seite eine große Menge (über 1000) von Ringgebirgen, meist nicht über 7000, bisweilen 12- bis 16,000 Fuß hoch, oft aber noch mit einem aus ihrem 8- bis 10,000 Fuß tiefen Krater steil 4- bis 5000 Fuß hervorragenden Kegel. Es ist, als ob sich in einer zähen Masse durch innere Gluth eine Menge von Blasen wie bei einer Gährung gebildet hätten, als ob dann die Masse von dem Gipfel jeder Blase nach dem Umfange ihrer Basis allmählich abgeflossen, als ob ferner die Blase oben zerplatzt sei und nach ihrem Erkalten ein steiles Ringgebirge gebildet habe und als ob dann häufig noch nachträglich aus der tieferen Mitte ein vulkanischer Kegel aufgetrieben worden sei. Die Krater dieser Vulkane haben oft sehr bedeutende Durchmesser, z. B. der des Kopernikus einen von 7 Meilen, während der Krater unseres Aetna nur 1/6 Meile breit ist. Spätere Ausbrüche machten auch

in den Ringen selbst Einsenkungen. Die innere Abdachung erscheint grau, die Abgründe selbst aber hell.

Außerdem zeigen sich gegen 90 Rillen oder Rinnen, welche nicht etwa Flüsse sind, sondern mit Schluchten in Verbindung stehende, selbst durch Ringgebirge und Krater gehende, meilenlange Thäler, welche entweder eine Art von Verbindungskanälen zwischen der vulkanischen Thätigkeit verschiedener Gegenden gebildet haben oder Sprünge sind, welche der Mond bei seiner Erkaltung bekommen hat.

Ferner sind noch größere Flächen von verschiedener Färbung wahrzunehmen, die man mitunrecht Meere genannt hat, denn es ist weder bei ihnen noch überhaupt auf der ganzen uns zugekehrten Seite des Mondes, da sie uns überall Unebenheiten erkennen läßt, irgend eine Spur von einer Flüssigkeit zu entdecken. Daß die Vertiefungen mit einer Flüssigkeit nicht erfüllt sind, ergibt sich aus dem Schatten der sie umgebenden Berge und Höhen. Endlich gehen von sieben größeren Ringgebirgen strahlenförmig Lichtstreifen aus, von denen manche 3 bis 4 Meilen breit und die nur bei hohem Sonnenstande erkennbar sind. Es sind wol durch die innere Hitze glattgeschmolzene Stellen der Oberfläche.

Die natürliche Folge dieses Mangels an jeder Flüssigkeit ist, daß man auch mit den vorzüglichsten Fernröhren zu keiner Zeit irgend eine Spur organischen Lebens oder den Erfolg der Thätigkeit organischer Geschöpfe zu entdecken vermocht hat.

Wenn auch zur Zeit des Neumondes die uns zugekehrte Seite von der Sonne nicht beschienen wird, so ist sie uns dennoch durch mäßig gute lichtstarke Fernröhre sichtbar und erscheint in einem magisch aschgrauen Lichte, durch welches die Berge, Thäler und Landschaften noch erkennbar sind und wobei die ganze Scheibe mit einem schmalen goldenen Saume umgeben ist. Die Sonnenstrahlen werden nämlich in diesem Falle von der Erde aus auf die Schattenseite des Mondes zurückgeworfen, erleuchten sie aber in einem verschiedenen Grade, jenachdem sie vom Festlande oder

vom Meere kommen, die Atmosphäre heiter oder trübe ist. Der schmale Lichtsaum findet später seine Erklärung.

Da die Mondberge zumtheil eine fast eben so große absolute Höhe haben, als sie unsere höchsten Berge besitzen, so sind sie im Verhältnisse der Durchmesser beider Himmelskörper auf dem Monde fast viermal höher, als bei uns; denn der Monddurchmesser beträgt nur 468 geographische Meilen und seine höchsten Berge erreichen 30,000 Fuß (Dörfel), sind also ziemlich ebenso hoch, als die höchsten Berge der Erde, deren Durchmesser 1719 Meilen lang ist. Die Mondberge sind deshalb so hoch, weil die dort wirkenden Kräfte dieselben waren, wie auf der Erde und weil auf dem kleineren Monde ihnen die Gravitation in einem sechsmal geringeren Grade entgegenwirkte, als auf der Erde. Unser Centner übt dort nur einen Druck von 60 Pfunden aus, und der Fallraum der ersten Secunde beträgt nur 2,52 Fuß (hier 15,6 Fuß); auf der Sonne aber, welche 337,1mal mehr Masse hat als die Erde, 409 Fuß oder 128,4 Meter.

Wenn nach dem Neumonde der östliche Mondrand sich mehr und mehr erleuchtet zeigt, so treten aus der Schattenseite die Berggipfel als scharf leuchtende Punkte mehrundmehr hervor. Gegen die Mitte der Scheibe gibt es Berge von 15- bis 19,000 Fuß Höhe, welche weit aus der Nachtseite hervorglänzen und dann einen langen, wegen des Mangels einer Atmosphäre einen tiefschwarzen Schatten werfen, wenn die Sonnenstrahlen bis an die sie umgebenden Ebenen gelangt sind. Es hat keine Schwierigkeit aus der Länge der scharf begränzten Schatten und der Stellung der Sonne zur Erde und zum Monde die Höhe der Berge zu berechnen. Zur Zeit des Vollmondes sind die Schatten am kürzesten.

Obwohl die uns zugekehrte Seite des Mondes uns erkennen läßt, daß ihre vulkanische Thätigkeit imallgemeinen erstorben ist, so fehlt es doch auch nicht an Beobachtungen, welche noch Spuren von Veränderungen in neueren Zeiten erkennen lassen. In den

tiefsten Abgründen zeigt sich manchmal etwas, was sich mit Rauch, Nebel oder Wolken kann vergleichen lassen; manche Krater lassen erst nach längerer Besonnung ihre Form vollkommen erkennen; man hat Einsenkungen und Krater vorgefunden, welche früher nicht vorhanden waren; in der Nachtseite sind einzelne hellere Punkte erschienen und wieder verschwunden, als wenn der Ausbruch eines Vulkans stattgefunden hätte. Regelmäßig bei einer bestimmten Beleuchtungsrichtung durch die Sonne wiederkehrende Lichtpunkte rühren aber von glänzenden Flächen einzelner Gebirgsmassen des Mondes her.

Es ist nicht ohne Interesse sich die Erscheinungen am Himmel, wie sie auf dem Monde sich zeigen müssen, lebhaft zu vergegenwärtigen.

Da der Mond sich in 29½ Erdentagen in Beziehung auf die Sonne um seine Achse dreht, so währet ein Mondtag 29½ unserer Erdentage, aber sein Tag ist auch so ziemlich sein Jahr, weil sein Aequator mit seiner Bahn einen Winkel von nur 6 Grad 36 Minuten (6,647 Gr.) bildet, so daß ein bedeutender Wechsel von Jahreszeiten nicht stattfinden kann; 14¾ unserer Tage bleibt einem Punkte der Mondoberfläche die Sonne über dem Horizonte und ebenso lange unter ihm; überall und stets sind die Tage gleich den Nächten; die Beleuchtung ist zwar für einen bestimmten Ort während 14¾ unserer Tage sehr gleichmäßig, nicht aber die Erwärmung: allmonatlich (für den Mond eigentlich alltäglich oder alljährlich) wandert die Wärme nur einmal rings um ihn, die größte ist in seiner Aequatorialgegend, sie nimmt aber nach den Polen hin so ab, daß sie in gleichen Entfernungen vom Aequator gleich ist. Die Pole, deren Horizont fast in der scheinbaren Sonnenbahn liegt, haben stets dieselbe niedrigste Temperatur, weil sie von den Sonnenstrahlen unter dem kleinsten Winkel getroffen werden. Die höheren Bergspitzen haben dort ewigen Sonnenschein, die Thäler nur ein durch Zurückwerfung erzeugtes Dämmerlicht,

denn die Sonne sinkt nie tiefer als $1\frac{1}{2}$ Grad unter dem wahren Horizont und steigt nie höher und würde in jenem Falle eine nur 1830 Fuß hohe Bergspitze schon erreichen, während sie am Nordpole 9000, am Südpole 20,000 Fuß Höhe haben. Der Unterschied zwischen der höchsten und niedrigsten Tagestemperatur wird vom Aequator nach den Polen zu immer kleiner.

Auf der uns zugekehrten Seite des Mondes ist der Uebergang von Tag und Nacht ein äußerst schroffer. Während man dort auf einem Berggipfel beim Aufgange der Sonne bereits im vollsten und schärfsten Glanze sich befindet, sind die Thäler in schwarze Nacht gehüllt und selbst die Schatten der nach der höher steigenden Sonne hin befindlichen Berge stechen sehr grell ab; erhebt sich die Sonne höher, so treten aus der schwarzen Nachtseite des Mondes die Berggipfel immer mehr und mehr hervor als scharf leuchtende Punkte; nähert sich die Sonne dem Untergange, so tritt im Westen eine Bergspitze nach der anderen in die Finsterniß und der Beschauer selbst wird plötzlich von Nacht umhüllt, wenn der letzte Sonnenstrahl unter den Horizont sinkt. Dieses sind die Folgen des Mangels einer Atmosphäre und nur da, wo der Mond Erdenschein hat, wird der schroffe Gegensatz etwas gemildert. Da es auf der uns sichtbaren Hälfte Flüssigkeit nicht gibt, so fehlt es nicht nur an einer Dämmerung, sondern auch an einer Atmosphäre von Dünsten und an Wolken, welche auf unserer Erde die prachtvollen Erscheinungen der Morgen- und Abendröthe und des herrlichen Regenbogens erzeugen. Wären Wolken vorhanden, so würden wir beim Vollmonde auf verschiedenen Stellen einen Wechsel des Lichtes wahrnehmen, was nicht der Fall ist. Dazu kommt noch die Thatsache, daß die Sterne, vor welchen der Mond vorübergeht, an dem östlichen Rande desselben plötzlich verschwinden, ohne vorher ihre Lichtstärke zu vermindern, und nach einiger Zeit an dem westlichen eben so plötzlich wieder erscheinen.

Der Mord, für welchen wir so sehr schwärmen, zeigt uns

also bei näherer Untersuchung inwirklichkeit das Bild der trostlosesten Einförmigkeit und Abgestorbenheit. Dagegen bietet vonihmaus der Anblick des Himmels manches dar, was für uns neu und höchst überraschend sein würde. Nur unsere Phantasie vermag sich aufgrund astronomischer Thatsachen eine Vorstellung zu machen. Von der beim Neumonde uns dunkel erscheinenden Seite des Mondes aus betrachtet, sieht man den gestirnten Himmel im vollsten Glanze ohne Trübung durch eine Atmosphäre erst in 29 1/2 Tagen nur einmal scheinbar von Osten nach Westen um den Mond sich bewegen und in dieser Zeit jeden Stern nur einmal auf- und untergehen; die Sonne wandelt ziemlich in derselben Größe, wie sie uns erscheint, langsam unter den Fixsternen hin von Westen nach Osten in einem Erdenjahre rings um ihn; vor allem prachtvoll aber ist der Anblick der Erde, welche unbeweglich am Himmel mit einer 13mal größeren Oberfläche erscheint, als die Sonne. Sie ist natürlich nur der diesseitigen Mondhälfte sichtbar und erscheint ihr abwechselnd in eben solchen Phasen, wie wir sie am Monde wahrnehmen. Beim Neumonde nämlich zeigt sie der Schattenseite des Mondes die volle Beleuchtung und erhellt so ihre zweiwöchentliche Nacht fast zu unserer Tageshelle (es ist gewissermaßen Vollerde); beim Vollmond ist die Schattenseite der Erde ihm zugewendet (Neuerde), so daß sie ihm unsichtbar sein würde, wenn nicht die Strahlenbeugung durch ihre Atmosphäre sie mit einem Lichtsaume umgeben erscheinen ließe; im ersten Mondviertel wird ihm die linke, im letzten die rechte Hälfte der Erde beleuchtet erscheinen. Die Beobachtung der Erde zur Zeit des Neumondes muß besonders interessant sein, weil sie ihm bei der ziemlich schnellen Achsendrehung in kurzer Zeit ein anderes Bild zeigt, denn das helle Land mit seinen Farbenabwechselungen wird sich von dem dunklen Meere lebaft unterscheiden. Die Lichtabwechselungen der Erde und ihre leicht erkennbare Achsendrehung geben für den Mond die Mittel zu einer Zeiteintheilung.

Von der gegenseitigen Stellung der Sonne, der Erde und des Mondes hängen bekanntlich die Verfinsterungen ab und da nach ungefähr 18½ Jahren diese drei Körper immer wieder in dieselbe Lage kommen, so wiederholen sich diese Erscheinungen inderart, daß etwa 29 Mond- und 41 Sonnenfinsternisse auf diesen Zeitraum kommen. Da der kegelförmige Schatten der Erde gegen 186,654 Meilen lang ist, so sehen wir denselben auf dem nur etwas über 51,000 Meilen weit entfernten Monde als Mondfinsterniß; weil aber der Mondschatten nur 50,294 Meilen lang ist, so bleibt die Erde außer seinem Bereiche und der Mond erkennt keine Erdverfinsterung, dagegen aber hat er dann Sonnenfinsternisse, wenn wir Mondfinsternisse wahrnehmen, indem allen verfinsterten Stellen des Mondes die Sonne durch die Erde bedeckt erscheint.

Schon die Astronomen des Alterthums vermochten es die Finsternisse vorher zu bestimmen und so dem Volke große Ehrfurcht einzuflößen. So stiftete Thales dadurch Frieden zwischen zwei Völkern und in späterer Zeit hat ja Columbus aus den Händen der erbitterten Indianer durch seine Prophezeiung sich gerettet.

Die ganze Oberfläche des Mondes beträgt etwa nur 27,600 Quadratmeilen, sein Rauminhalt 58⅛ Kubikmeilen, so daß er in der Erde 50 mal enthalten ist; seine Masse aber ist nur 1/68 bis 1/70 von der der Erde, so daß seine Dichte nur ⅔ von der Dichte der Erde beträgt, und etwa dem spezifischen Gewichte des Glases gleichkommt, nämlich 2,5. Daraus und aus dem Umstande, daß er eine selbstständige Achsendrehung nicht besitzt, läßt sich in Verbindung mit seiner Entstehungsweise der Schluß ziehen, daß er nicht hohl ist.

Es ergibt sich also, daß die Verhältnisse auf dem Monde vollkommen andere sind, als auf unserer Erde und daß wir mit unserem Körper und mit allen unseren Gewohnheiten und Bedürfnissen dort nicht würden bestehen können. Da die Tage und

Nächte fast 30mal länger sind, als bei uns, so würde ein Mondesbewohner weit langsamer ermüden müssen als wir, wenn dort die Tage auch zum Arbeiten, die Nächte zum Schlafen bestimmt wären. Damit ist aber die Möglichkeit, daß auch dort vernunftbegabte Wesen vorhanden sind, durchaus nicht ausgeschlossen; sie werden aber für ihr Bestehen stets auf die jenseitige Hälfte, wo es Wasser geben muß, angewiesen sein. Die letzte Behauptung bedarf einer Rechtfertigung, zumal wir selbst das Vorhandensein irgend einer Flüssigkeit und einer Atmosphäre auf der uns zugekehrten Hälfte in Abrede gestellt haben. Zwei Thatsachen und noch gewisse Beobachtungen machen aber ihre Richtigkeit zweifellos.

1) Der Mond hätte sich kugelförmig durchaus nicht gestalten können, wenn seine Masse im Ganzen bei seiner Entstehung nicht in einem hinreichenden Grade noch flüssig gewesen wäre. Da er ein Bestandtheil der Erde war und aus der Gegend ihres Aequators, welche wegen der größeren Fliehkraft daselbst das so leicht bewegliche Wasser auch enthalten mußte, abgeschleudert oder abgelöst wurde, so wird die ihm zukommende Flüssigkeit vorzüglich auch Wasser sein. Da auch die chemischen Prozesse auf dem Monde keine anderen als auf der Erde sein können, so ist kein Grund vorhanden, nach welchem sich das wenigstens in seinen Bestandtheilen vorhandene Wasser mit den festen Stoffen chemisch verbunden haben sollte. Weil der Mond wegen seiner Kleinheit schneller abkühlt als die Erde, so wird Wasser bei ihm sogar früher als bei der Erde entstanden sein.

2) Weil der Schwerpunkt des Mondes in der jenseitigen Hälfte liegt und alles Flüssige stets nach den tiefsten, d. h. dem Schwerpunkte am nächsten liegenden Stellen abläuft und dort sich sammelt, so wird alles Wasser des Mondes auf der jenseitigen Hälfte sich befinden.

Dasselbe muß von den Dünsten gelten, welche sich vorzüglich zur Zeit des Neumondes durch den Einfluß der Sonne aus dem

Wasser entwickeln: sie werden durch die Gravitation an jener Seite festgehalten und die Schwungkraft unterstützt dieses Bestreben. Diese Umstände aber können nicht hindern, daß sich die jenseits befindliche Mondatmosphäre nicht bis an den Rand der uns sichtbaren Hälfte erstrecken sollte. Daher inderthat die Erscheinung, daß zufolge der Strahlenbeugung der Rand des Mondes zur Zeit des Neumondes mit einem schmalen Lichtsaume umgeben erscheint, daß kurz vor und nach dem Neumonde ein mattes Licht sich über die Spitzen der Hörner hinaus verbreitet und daß endlich die Mondberge an der Lichtgrenze matter erscheinen als an anderen Stellen.

Auf der Erde hört die Dämmerung auf, wenn die Sonne 18 Grade unter dem Horizont ist, auf dem Monde schon bei etwa 2½ Graden, da die Höhe seiner Atmosphäre nach den obigen Erscheinungen zu höchstens 2000 Fuß (mindestens 800 Fuß) berechnet wird.

Die abgeplattete Gestalt der Erde bringt an dem Monde bei seinen Bewegungen um sie kleine Schwankungen (Librationen) hervor, so daß wir abwechselnd bald an der östlichen, bald an der westlichen Seite einen schmalen Streifen von der jenseitigen Hälfte sehen; aber obwohl derselbe doch etwa den 20. Theil der jenseitigen Fläche beträgt, so erscheint er uns wegen der Perspektive doch so schmal und auch wegen der Atmosphäre so undeutlich, daß wir die Gegenstände darauf nur sehr wenig erkennen.

Es ist mir also durchaus nicht zweifelhaft, daß der Mond auf der uns abgewendeten Seite ein Centralmeer mit Inseln und Buchten u. s. w. besitzen, und daß er so die Möglichkeit darbieten wird, dort organische Wesen, freilich mit vollkommen abweichenden Eigenschaften gegen die auf unserer Erde, zu erhalten und zu ernähren. Dagegen bietet uns die Venus außerordentlich viele Aehnlichkeit mit unserer Erde dar, und wenn es auf irgend einem Planeten noch menschenähnliche Geschöpfe geben sollte, so würden

wir sie zunächst auf der Venus und dann wol auch auf dem Mars zu suchen haben. — Die Monde anderer Planeten leiden an ähnlichen Unvollkommenheiten, wie unser treuer Gefährte, von welchem wir uns hiermit freundlich verabschieden, um unseren Geist zur Erde herabsteigen zu lassen, von der wir uns leiblich ja nicht trennen konnten.

Die Kometen, Sternschnuppen und Meteorsteine.

Die überaus glänzende Erscheinung von Sternschnuppen am 27. November 1872 hat gewiß in Vielen den Wunsch rege gemacht, eine klare Einsicht über alle dabei zu berücksichtigenden Vorgänge zu erlangen. Die Wissenschaft ist bereits so weit gelangt, daß sie über die meisten Punkte eine sichere Auskunft geben kann.

Weil aber die Sternschnuppen oder Meteorsterne mit den Kometen in der innigsten, und die Meteorsteine nach der Ansicht einzelner Gelehrten in näherer Beziehung stehen, so fassen wir hier alle drei Erscheinungen zusammen.

Die Meteorsterne, diese freundlichen, unerwartet bald da, bald dort aufleuchtenden, nach allen Himmelsrichtungen hinfliegenden, aber bald wieder verschwindenden sternartigen Lichter erscheinen zwar in unserer Atmosphäre, gehören ihr aber nicht an, sondern gelangen aus dem fernen Weltraume in sie. Befindet man sich in einem Waldesdickicht z. B. Mittelamerika's, wo viele Leuchtkäfer sind, so meint man im ersten Augenblicke, daß solche Thierchen durch das Laubwerk fliegen; sowie man aber ins Freie tritt, wird man zwar eines Besseren belehrt, ist aber inbetreff ihres Wesens immer noch rathlos.

Der neueren Astronomie ist es gelungen, ihre Abstammung mit aller Entschiedenheit festzustellen. Wir wollen es ohne alle

Umschweife bald heraussagen: sie sind die letzten Lebensfunken der zarten Bestandtheile von Kometen, welche durch Reibung bei ihrer schnellen Bewegung in unserer Atmosphäre glühend werden und so vollkommen verbrennen, daß wir bis jetzt mit Sicherheit auch nicht eine Spur als Rest von ihnen auf der Erdoberfläche gefunden haben; denn der sogenannte Nostock kann doch als Verbrennungsprodukt nicht angesehen werden. Diese schleimigen, in feuchten Gegenden vorgefundenen Klümpchen, welche man früher für Sternschnuppenreste ansah, sind mit einer zarten Haut umhüllte Algen, welche durch Sporenkügelchen sich fortpflanzen.

Ebensowenig können wir die Meteorsteine mit den Sternschnuppen auf eine Linie stellen, obwohl dieses leider noch von manchem Universitäts-Katheder herab gelehrt wird. Wir werden die Rolle, welche sie spielen, später genau kennen lernen.

Wir gehen sofort an die Beantwortung der uns zunächst vorliegenden Hauptfragen: Was sind die Kometen und in welchem natürlichen Zusammenhange stehen sie mit den Sternschnuppen?

Die Furcht, welche bei dem meist unerwarteten Erscheinen eines Kometen, eines Zigeuners des Weltraumes, früher des Volkes sich bemächtigte, kann nun nach näherer Bekanntschaft mit ihnen völlig verschwinden, wenn auch ihre Anzahl so ungemein groß ist, daß schon Kepler sagte, der Weltraum sei davon so voll, wie das Meer von Fischen.

Die Beschaffenheit der Kometen ist nicht durchgängig dieselbe. Die meisten bestehen aus einer Ansammlung von vereinzelten und so zarten Bestandtheilen, daß das Licht von Fixsternen hinter ihnen weder geschwächt, noch von seiner Richtung abgelenkt wird.

Daraus folgt nun gegen eine neue Ansicht von John Tyndall, daß solche Kometen weder als Ganzes aus Gasen bestehen, noch auch ihre Bestandtheile mit Gashüllen versehen sind.

Sie leuchten, wie unser Mond, nicht mit eigenem Lichte, sondern dadurch, daß das Sonnenlicht von ihnen zurückgeworfen wird.

Die meisten Kometen zeigen einen heller leuchtenden verdichteten Kern, nicht blos weil uns bei der perspectivischen Ansicht der in einem Kugelraume sogar gleichmäßig vertheilten Körperchen nach dem Mittelpunkte hin mehr und mehr dergleichen in der Richtungslinie nach unserem Auge liegen, sondern weil ihre Abstände nach der Mitte hin wirklich immer kleiner werden. Die Ansammlung in diesem Raume kann zufolge ihrer gegenseitigen Anziehung (Gravitation) so groß werden, daß der Kometenkopf ähnliche, wenn auch sehr schwache Lichtphasen zeigt, wie der Mond, und sogar einen schwachen Schatten wirft.

Der Komet Nr. 1 von 1843 war (nach Schiaparelli) wenigstens $1/17$ so dicht als Wasser. Die meisten Komten sind aber viel zarter. Die Dichtigkeit des Lexellschen z. B. beträgt nur $1/5000$ von der der Erdmasse, und sein Stoff hat nach der Größe seines Rauminhaltes zu schließen nur $1/20000$ von der Dichtigkeit unserer atmosphärischen Luft.

Erst bei einem noch weiter vorgeschrittenen Entwickelungsgrade eines Kometen zeigt sich, wie bei Nr. 1 von 1866 und dem schönen Halley'schen Kometen, ein selbstständig leuchtender, aber gasiger Kern, welchen eine Nebelhülle mit zurückgeworfenem Lichte umgibt.

Die Bewegung der Kometen geschieht genau nach denselben Gesetzen mit absoluter Nothwendigkeit, wie wir sie bei den übrigen Weltkörpern kennen. Die Bahnen der meisten sind so außerordentlich langgestreckt (parabolisch), daß wenig Aussicht für ihre dereinstige Rückkehr zu unserer Sonne ist. Bei 241 Kometen ist es bisjetzt bewiesen, daß sie in einer geschlossenen Bahn um unseren Centralkörper gehen, aber nur von 10 Kometen wissen wir, daß ihre Bahnen nicht über die unseres Planetensystems, welches von der Neptunbahn begränzt wird, hinausreichen.

Das Aussehen eines bestimmten Kometen hängt ab von seiner

Entfernung von der Sonne, von der Geschwindigkeit desselben und von der Lage seiner Bahn gegen uns.

In großer Entfernung von der Sonne erscheinen die Kometen natürlich noch wenig hell und dabei ziemlich kugelförmig, denn ihre Bestandtheile können im freien Raume mehr ihrer Anziehung untereinander als der eines fremden Körpers folgen. Mit wachsender Annäherung zur Sonne wächst ihre Geschwindigkeit. Die Folge davon ist, daß der Widerstand, welchen der noch zartere Weltäther*) ihnen leistet, zunimmt und namentlich von dem äußeren Umfange des Kometen mehr und mehr seiner Theilchen ablöst, die ihm in seiner Bahn als sogenannter Schweif von kegelförmiger Gestalt nachfolgen.

Die Länge des Schweifes wächst also vor der Erreichung des Sonnennähepunktes, nimmt aber ab beim Entfernen von ihm, weil die Geschwindigkeit des Kometen abnimmt, seine Entfernung von der Sonne aber wächst, so daß der Kopf die Schaar seiner Schweiftheilchen wieder an sich ziehen und mit ihnen sich verbinden kann.

Weil die Kometenbahnen gegen die Erdbahn eine sehr verschiedene Neigung haben und dabei die Richtung der Bewegung des Kometen gegen unser Auge auch sehr verschieden sein kann, so zeigen sich sowohl die Kometen als auch ihre Schweife sehr verschieden.

Kommt ein Komet grade auf uns zu, so erscheint sein Kern oder Kopf mitten in einem Lichtnebel, dessen Durchmesser mit der Annäherung des Kometen zunimmt; geht er von uns in einer solchen Richtung fort, so nimmt der Lichtnebel ab, der Kern zu.

Haben wir eine Seitenansicht, so kann unser Auge dabei entweder innerhalb oder außerhalb der Bahnfläche des Kometen

*) Für das Vorhandensein des Weltäthers habe ich in der kürzlich von mir herausgegebenen Schrift: „Gott im Lichte der Naturwissenschaften" eine Reihe von Beweisen angeführt, und ihm seine außerordentlich wichtige kosmische Bedeutung angewiesen.

liegen. Im ersten Falle werden wir, ungeachtet die Bahn in der Sonnennähe ziemlich stark gekrümmt ist, den kegelförmigen Schweif eines jeden Kometen als einen ausgebreiteten Fächer mit einer gegen die gradlinig begränzten Ränder zunehmenden Lichtstärke sehen; im zweiten Falle aber erscheint uns der Schweif gekrümmt, wobei die Lichtstärke an der Außenseite der Bahn größer ist als an der inneren, weil dort der größere Widerstand des Weltäthers die Theilchen mehr zusammenhält als hier.

Die Lage des Schweifes zur Sonne erscheint auch verschieden. Er ist je nach unserem Standpunkte zur Sonne und zum Kometen bei seinem Herankommen zur Sonne und beim Entfernen von ihr mehr oder weniger beziehungsweise ab- oder zugewendet.

Man hat an Kometen zwei scheinbare Schweife wahrgenommen: einen der Sonne zu- und einen von ihr abgewendeten, und zwar in der Richtung der Leitlinie oder der graden Verbindungslinie zwischen Sonne und Komet.

Olbers erklärt die Doppelschweife aus einer Repulsiv- oder Zurückstoßungskraft theils der Sonne, theils des Kometen und vermuthet, daß sie in der Electricität begründet sei. Wann und wohin jene überwiege, dahin müsse sie den Schweif bilden. Auch Bessel und Faye nehmen eine wirkliche oder scheinbare (!) Abstoßungskraft der Sonne an, und nach Zöllner's Ansicht sind die Kometenschweife eine Folge electrischer Erregung durch die Sonne.

Wenn aber die durch nichts festgestellte Repulsivkraft oder die Electricität hierbei nicht eine Chimäre ist, warum sind denn dann die Kometenschweife nicht Vollkegel, sondern Hohlkegel, wie es ihre ganze Ansicht ergibt. Da ferner nur bei sehr wenigen Kometen nur kleine Spuren von Lichtphasen sich gezeigt haben, so fehlt bei fast allen die zur Entwickelung von Electricität nothwendige Bedingung der durch die Sonne erzeugten Wärmeunterschiede, wie sie bei unserer land- und wasserbedeckten Erde vorkommen.

Eine Zurückstoßung (eine Art Reaction) kann man bei einem

Kometen nur dann bemerken, wenn vom Kopfe desselben, wie nach Bessel beim Halley'schen, ein Ausströmen von Stoffen etwa in der Form eines Kreisausschnittes mit wechselnder Größe, Helligkeit, Lage, und verbunden mit einer Art schwingender Bewegung (Schiaparelli, Winnecke) stattfindet, wodurch der Komet sogar in drehende Bewegung gerathen kann. Dergleichen Ausstoßungen zeigen sich mit zunehmender Entfernung vom Kometen immer schwächer, wie Bond namentlich beim Donatischen Kometen bemerkt hat; die Geschwindigkeit der Bewegung in dem Ausschnitte selbst wird mit zunehmender Entfernung vom Kerne natürlich kleiner. Solche Erscheinungen sind wol schon Folgen eines beginnenden Chemismus oder einer Wechselwirkung der einander näher getretenen verschiedenen Stoffe.

Die Erklärung der scheinbaren zwei Schweife eines Kometen beruht nach meinem Dafürhalten ganz einfach theils in der Gravitation, theils in der Fliehkraft, welche sich bei Bewegungen in krummen Bahnen entwickelt, und theilweise im Widerstande des Weltäthers.

Auf unserer Erde werden die beiden einander gegenüber liegenden, um 180 Grade von einander entfernten Flutwellen vorzüglich durch den Mond, weit weniger durch die Sonne erzeugt, obwohl die Anziehung der letzteren gegen einen Punkt der Erde etwa 700mal größer ist als die des ersteren. Die Höhe der Flutwellen hängt nämlich nicht von der Stärke der Gesammtanziehung eines Körpers gegen einen anderen ab, sondern von dem Unterschiede der anziehenden Kraft gegen den entferntesten und den nächsten Punkt des angezogenen Körpers. Dieser Unterschied ist bei dem kleinen nahen Monde größer als bei der entfernten großen Sonne. Dazu kommt noch, daß die Flutwelle an einem Körper unter übrigens gleichen Umständen um so höher (der Schweif um so länger) werden muß, je leichter und nachgiebiger seine Stoffe sind.

Es ist demnach klar, daß ein massenhafter Weltkörper an

einem ihm nahe kommenden zarten und weit ausgedehnten Kometen zwei hohe Flutwellen erzeugen muß und so ihn bedeutend in die Länge zieht. Die äußere als Schweif schon durch den Weltäther hervorgebrachte Welle wird noch durch die größere Fliehkraft, die innere durch die größere Kraft, womit sie angezogen wird, erweitert. — Ein Komet kann so sehr in die Länge gezogen werden, daß er schließlich in zwei Theile sich auflöst.

Den Kometen, diesen leichten Spielbällen des Weltraumes, ist noch manches andere und man möchte sagen tragische Schicksal vorbehalten, wenn sie in den Bereich unseres Weltkörpersystems kommen. Nicht genug, daß ihre Gestalt verzerrt wird, sie verlieren auch ihre Freiheit dann, wenn sie nicht etwa mit einer so großen Geschwindigkeit im Sonnen-Nähepunkt ankommen, daß ihre Fliehkraft sie wieder über das Gebiet des Sonnensystems hinaus in den Weltraum schleudert.

In jenem Falle werden ihre Bahnen wegen des Aetherwiderstandes immer enger, ihre Umlaufszeit immer kleiner, und endlich müssen sie in die Sonne stürzen, wenn ihnen nicht etwa vorher schon durch die Planeten, zwischen deren Bahnen sie wandeln, etwas Unangenehmes zugestoßen ist, denn sie sind allzugroße Schwächlinge, als daß sie ihnen mit Erfolg auf die Dauer widerstehen könnten.

Kommt nämlich aus den Tiefen des Weltraumes eine kosmische Wolke unserem Planetensysteme allzunahe, so wird sie in den Bereich desselben gezogen und wir sehen einen Kometen. So riß der mächtige Jupiter im Jahre 1765 einen Theil einer kosmischen Wolke ab und wies ihm als Komet (Lexell) eine Bahn um die Sonne an mit einer Umlaufszeit von 5 ½ Jahren. Nach 11 Jahren wurde dieser Theil vom Jupiter wieder ergriffen und ist seitdem nicht mehr gesehen worden.

Am 26. Februar 1846 entdeckte Brorsen einen Kometen, welcher bereits am 20. Mai 1842 dem Jupiter so nahe gekommen sein mußte, daß er ihm eine Umlaufszeit von 5 Jahren

6½ Monaten angewiesen hatte. Seine Bahn war so genau bezeichnet, daß Bruhns ihn am 12. April 1868 an der voraus bezeichneten Stelle auffand.

In ähnlicher Weise entstanden der von Faye 1843 entdeckte (Umlaufszeit fast 7½ Jahre) und der von d'Arrest aufgefundene Komet mit einer Umlaufszeit von 6½ Jahren.

Der von Tempel 1866 das erstemal beobachtete Komet mit 33,13 Jahren Umlaufszeit wurde durch Uranus, und der von Pons mit 3½jährigem Umlauf von Merkur genöthigt, in unserem Systeme zu bleiben. Enke hat mit aller Entschiedenheit die Verkürzung der Umlaufszeit ermittelt, woraus mit Nothwendigkeit ein allmäliges Auflösen und Verschwinden in der Sonne folgt.

Sind solche Weltkörper in unserem Planetensysteme für die Dauer aufgefangen worden, so gehen sie zunächst allmäligen Veränderungen und schließlich einer völligen Vernichtung entgegen.

Nicht selten werden Kometen zertheilt. Das haben die Chinesen bereits vor unserer Zeitrechnung gewußt und war auch dem Seneca schon bekannt. Kysatus und Wendelin hatten 1618 sogar das seltene Glück, eine solche Theilung zu beobachten. Biöla fand 1826 einen Kometen mit einer mehr als 6½jährigen Umlaufszeit auf. Bei dem vierten Umlaufe desselben nach jener Zeit zeigten sich in ihm am 29. December 1845 zwei Kerne (Maury) und im Januar 1846 war bereits eine völlige Trennung in zwei Kometen eingetreten, welche aber in derselben Bahn liefen. Der vordere Theil mag durch die Anziehungskraft der Erde abgerissen worden, der hintere wegen des Beharrungsvermögens zurückgeblieben sein. Möglich, daß auch schon am 29. December 1845, als der Komet den Schwarm des Tempelschen Kometen durchschnitt, die Theilnng eingeleitet oder bewirkt worden ist. — Beim nächsten Erscheinen 1852 war der Abstand der beiden Theile bereits achtmal größer als 1846; im Jahre 1859 konnte man ihn wegen der Sonne nicht sehen und 1865

mußte er als bereits verschwunden oder aufgelöst betrachtet werden; aber 1872 hat er, wenn auch nicht als Komet, so doch in einer anderen und prachtvollen Weise sich gezeigt, und eine glänzende Bestätigung davon gegeben, daß die Naturgesetze eine ewige Giltigkeit haben und den Launen der Tagesmeinung nicht unterworfen sind.

Im Jahre 1860 wurde zu Rio de Janeiro auch ein Doppelkomet gesehen; von ihm ist mir aber nichts weiter bekannt geworden. In demselben Jahre hatte ich das Vergnügen von Hoboken aus zu sehen, wie am 2. August bald nach 9 Uhr abends das grünliche Meteor, welches von Westen nach Osten über die ganze Union gezogen war, sich in zwei Theile auflöste, die sofort kugelförmig sich gestalteten und mit geringem Abstande ziemlich nahe der Erdoberfläche ihren Weg nach dem Atlantischen Ocean fortsetzten und wol auch bald beendeten.

Am 24. Februar 1872 zog nachmittags über Berlin in der Richtung von NNW. gegen SSO. ein Doppelmeteor mit einer Neigung von etwa 30 Graden gegen den Horizont und mit einem Abstande von 2 bis 3 Graden, aber nur in der scheinbaren Größe des Jupiter bei seiner Erdnähe, während das amerikanische Meteor einen scheinbaren Durchmesser von 6 Zoll hatte.

Diese Thatsachen mögen ausreichend sein, um die Zerreißung und Zertheilung von Weltkörpern, welche aus losen oder nachgibigen Bestandtheilen zusammengesetzt sind, über jeden Zweifel zu erheben.

Wenn wir bereits im Eingange unserer Betrachtungen die innige Beziehung zwischen Kometen und Sternschnuppen vorläufig angaben, so sind wir doch auch verpflichtet, jetzt für diese so höchst auffallende Behauptung noch den strengen Beweis zu führen, denn es ist ja grade der Beruf der Naturwissenschaften, daß sie das Gebiet des Glaubens oder des Fürwahrhaltens irgendeiner, wenn auch noch so abgeschmackten Behauptung, zu einer vernunftmäßigen Entwickelung des Menschen nicht nur für unzureichend,

sondern sogar für schädlich halten, dagegen das auf zweifellose Naturgesetze und Thatsachen gestützte Wissen befördern.

Es muß inderthat höchst auffallend erscheinen, daß nach Beobachtungen, die bis in das Jahr 830, also über 1000 Jahre zurückreichen, stets im August, also wenn die Erde bei ihrer Bahn um die Sonne immer in dieselbe Gegend unseres im Weltraume auch fortwandernden Weltkörpersystems kommt, die Anzahl der Sternmeteore so bedeutend wird. Außer dieser periodischen Wiederkehr gibt es noch andere Zeiten im Jahre, in denen ungewöhnlich viel Sternmeteore erscheinen. Das kann unmöglich Zufall sein, sondern muß aus einer Naturnothwendigkeit entspringen. Es ist nun wirklich gelungen (Schiaparelli), den Augustschwarm mit dem Kometen Nr. III. von 1862 in die genaueste Beziehung zu bringen. Dieser Komet legt seine 2340 Millionen Meilen lange Bahn um die Sonne in 120 Jahren zurück, der Sonnennähepunkt ist 19,2, der Sonnenfernepunkt 940 Millionen Meilen von der Sonne entfernt. Seine Bahn durchschneidet die Erdbahn in einem Winkel von 66¼ Graden. Bei seiner Entdeckung 1862 kam der Komet etwa 14 Tage früher als die Erde in dem Durchschnittspunkte beider Bahnen an, so daß er beim Eintritte der Erde schon 52 Meilen weit entfernt war.

Weil die Erde alljährlich am Anfange des zweiten Drittels des August durch die Bahn des Kometen geht, und wir dann einen reichlichen Sternschnuppenfall haben, so kann dieses Ereigniß nur von abgelösten Kometentheilen herrühren, welche bereits einen vollständigen Ring bilden, in dessen Bahn der Komet läuft und dabei mehr und mehr schwindet. Weil die fortschreitende Geschwindigkeit der Erde in jeder Secunde 4 Meilen beträgt, so ist die Dicke des Ringes auf etwa 864,000 Meilen zu schätzen. Schiaparelli sah stündlich im Durchschnitte 43, höchstens 83 Meteore. Weil die Erde um den 10. August grade nach dem nördlichen Theile des Sternbildes Perseus hin sich bewegt, so scheint der „Laurentiusstrom“ aus diesem Sternbilde zu kommen.

Eine viel großartigere Erscheinung trifft in die Mitte des November; sie tritt aber nicht alljährlich ein, sondern nur drei Jahre hintereinander mit Pausen von etwas über 30 Jahren.

Schon Alexander von Humboldt hatte 1799 die ungemein große Anzahl von Meteoren bewundert. Amsted und Palmer schätzten die in einer Nacht von ihnen beobachteten auf 21,000. Im Jahre 1833 trat eine neue Periode ein, aber erst 1866 gelang es Tempel den Urheber in dem Kometen Nr. I. dieses Jahres zu entdecken. Er hat eine Umlaufszeit von fast 33 Jahren 2 Monaten; seine Bahn schneidet die Erdbahn bei 51 Graden 26 Minuten unter einem Winkel von 15 Graden, wobei er hier eine Geschwindigkeit von mindestens 7 Meilen in einer Secunde hat (in der Sonnennähe über 11 Meilen).

Rechnet man von 1799 zurück, so kommt man für 50 Umläufe auf das Jahr 126 n. Chr. und findet, daß es der Uranus gewesen ist, welcher eine kosmische Wolke zu einem unserer Kometen gemacht hat.

Weil uns der Novemberschwarm immer nur drei Jahre hintereinander erscheint, so hat sich aus dem Kometen erst ein Ringtheil gebildet, welcher bereits 380 Millionen Meilen lang ist, wenn wir die Nachzügler auch berücksichtigen; erst nach mehr als 3000 Jahren würde die Ringbildung vollendet und die Erscheinung eine alljährlich eintretende sein, wenn auf ihn nicht der Uranus und die Erde zerstörend einwirken. Selbst Jupiter kann darauf von Einfluß sein, obwohl er 1866 ihm nur bis auf 20 Millionen Meilen nahe kam. Die eine etwa 200 Millionen lange Stelle des Schwarmes ist mit Körperchen so dicht bevölkert, daß in einem Raume von der Größe unserer Erde deren 13,000 mit unbewaffnetem, und an 40,000 mit bewaffnetem Auge sichtbar gewesen sind.

Weil man die Lage der Kometenbahn gegen die Erdbahn und das jährliche Fortrücken des Durchschnittspunktes auf der Ekliptik (um ein Bogenstück von 29 Minuten) genau kennt, so

konnte man für die Jahre 1867 und 1868 den Eintritt der Erscheinung genau vorherbestimmen, wodurch das Vertrauen der Laien zu der unfehlbaren Wissenschaft gewiß sehr gekräftigt wird.

Die Projection des Ausstrahlungspunktes dieser Meteore weist auf das Sternbild des Löwen hin, denn am 14. November 1867 Morgens 5½ Uhr kamen sie vor Martinique scheinbar senkrecht herab.

Den genannten zwei Hauptschwärmen reiht sich seit dem 26. November 1822 ebenbürtig, wenn nicht hervorragend, ein dritter an, welchen wir dem zerstörten Biela'schen Kometen zu danken haben. Die Bahn dieses Kometen durchschneidet im niedergehenden Knoten die Erdbahn. Der Komet mußte schon zu Anfange des September durch diesen Punkt gegangen sein und erreichte anfangs October den Sonnennähepunkt; in jenen Durchschnittspunkt gelangte die Erde erst am 26. November und traf hier noch eine außerordentliche Anzahl von Nachzüglern, welche genau der Rechnung gemäß ihren Ausstrahlungspunkt am Fuße der Andromeda (22 Grad gerade Aufsteigung, 42 Grad nördliche Abweichung) hatten.

Von der Pracht der Erscheinung können wir uns eine ungefähre Vorstellung machen, wenn wir erfahren, daß z. B. in Göttingen während 2½ Stunden 7651, in Breslau in einer Minute 30, bisweilen 100, in 1½ Stunden gegen 3000 Meteore gesehen wurden, und wenn man die in Berlin um 8 Uhr an einem Theile des Himmels angestellte Zählung über den ganzen Horizont ausdehnt, so wären in jeder Minute 5000, und nach Abzug der untersten 10 Grade des Gesichtskreises etwa 2000 vorhanden gewesen.

Gegen die Nacht hin nahm die Anzahl bedeutend ab; ein Zeichen, daß die Vertheilung der Meteore im Schwarme eine noch sehr ungleiche ist. Bei den zu Ringen erweiterten Kometen ist es anders, denn hier haben sorgfältige Zusammenstellungen ergeben, daß die Menge der Meteore von den Abend- nach den Morgen-

stunden hin wächst, was bei einer gleichmäßigen Vertheilung auch ganz natürlich ist. Gelangt nämlich die Erde bei ihrer fortschreitenden Bewegung um die Sonne in einen solchen Schwarm, so rollt sie gewissermaßen während ihrer Axendrehung von Westen nach Osten (oder ein bestimmter Ort vom Sonnenuntergange an bis zum Aufgange) mehr und mehr Meteore auf, oder ein bestimmter Beobachter in dieser Zeit gelangt immer tiefer in den Schwarm. Wenn ich während eines Regens laufe, so treffen mich in einer bestimmten Zeit mehr Tropfen, als während des Stehens, wenn auch die Stärke des Regens dieselbe bleibt.

Da über die Menge der Meteore, welche 1866 in der Nacht vom 13. zum 14. November erschienen sind, vielfache Zählungen angestellt wurden (in Boston z. B. hat man in 9 Stunden 240,000 beobachtet), so läßt sich annähernd die Menge derselben bestimmen, welche in jener Nacht im Ganzen mit der Erde zusammentrafen. Nehmen wir die Höhe, bis zu welcher sie in der Atmosphäre erscheinen, zu 20 Meilen, so umfaßt die Basis des kegelförmigen Raumes, welchen wir von einem festen Punkte aus übersehen, 300 Quadratmeilen. Da nun die Erde in einer Minute durch 250 Meilen fliegt, der Schwarm ihr in dieser Zeit 420 Meilen (in jeder Secunde 7 Meilen) entgegen kam (denn der Tempel'sche Komet ist rückläufig), also die absolute Geschwindigkeit für einen festen Punkt der Erde 670 Meilen betrug, so ist die ganze Bahnstrecke in den 10 Stunden auf 430,000 Meilen anzunehmen. Die Erde traf nach diesen Berechnungen mit ihrer 4½ Millionen Quadratmeilen großen Vorderfläche in jener Nacht auf mehr als 300 Millionen Meteore.

Man könnte meinen, daß die Entfernung der einzelnen Meteore voneinander eine sehr kleine sein müsse, aber bei einer gleichmäßig angenommenen Vertheilung stellt sich dieselbe doch auf mindestens 15 Meilen, beim August-Schwarm auf 40 Meilen. Schiaparelli gibt als Gränze 100, und Proctor beim Novemberstrome zu 200 Meilen an. Meistens

erscheinen sie einzeln, bisweilen auch in Gruppen zu 2, 3 und mehren.

Die Höhe, in welcher die Meteore erscheinen, ist nach den im August 1867 gemachten Beobachtungen höchstens 22, in anderen selteneren Fällen 30 für das beginnende Aufleuchten, und 5 Meilen für das Verschwinden derselben gewesen. Das Mittel aus allen Beobachtungen ergab für das Aufleuchten 15,7, für das Verschwinden 12,3 Meilen; die Länge der Flugbahn stellte sich auf 5 Meilen mit einer Geschwindigkeit von 6 Meilen (in anderen Fällen bis zu 10 Meilen), und die mittlere Zeitdauer des Aufleuchtens auf $^5/_8$ Secunden heraus.

Aus der Art, wie verschiedene Meteore auftreten, ergibt sich mit Sicherheit, daß nicht alle von durchaus gleicher Beschaffenheit sind. Zeigt sich ein schnell vorübergehender Schweif, so kann dieses wohl eine optische Täuschung sein, gleichwie wir einen Vollkreis sehen, wenn wir eine glühende Kohle schnell genug im Kreise schwingen. Aber es kommen, wenn auch selten, Fälle vor, daß ein Sternmeteor auf kurze Zeit einen leuchtenden Schweif aus abgelösten Theilchen zurückläßt.

Dasselbe ist nach meinem Dafürhalten der Fall, wenn ein Meteor den Gesetzen der Gravitation zuwider aufwärts zu fahren scheint. Hierbei haben sich während des Herabfahrens zwar Theilchen abgelöst, sie sind aber noch unsichtbar geblieben; sowie aber zufolge der durch die fortgesetzte Reibung an der atmosphärischen Luft erhöhten Wärme der Kopf endlich entflammt, so brennen die bisher unsichtbar gewesenen Theilchen rückwärts ab.

Bei den Novemberschwärmen 1872, wobei in einer Minute zeitweise 30 Meteore gezählt wurden, zeigte das eine am Ende seiner Flugbahn die Auflösung in kleinere Sterne wie bei einer Rakete.

Ein noch interessanterer Fall ereignete sich am 13. November 1866 über dem Horizonte von Berlin. Ein Meteor bildete an dem 11$^1/_2$ Meilen hohen Ende seiner Flugbahn einen

Ring, der dann noch 3 Meilen rückwärts ging. Es scheint, daß dieses Meteor einseitig und allmählich abgebrannt ist, wodurch, wie bei manchen Feuerwerkskörpern, eine Drehung, also Ringbildung und ein Rückwärtsgehen, ähnlich wie beim Boomarang, bewirkt wurde. Die Annahme, daß die Luft vor der Bahn durch das zarte Meteor so stark sollte zusammengedrückt worden sein, um es dann 3 Meilen zurückzuwerfen, ist sehr wenig stichhaltig.

Aus der Art, wie verschiedene Meteore auftreten, ergibt sich mit Sicherheit, daß nicht alle von durchaus gleicher Beschaffenheit sein können.

Da die Anzahl der Kometen im Weltraume außerordentlich groß und die in unserem Planetensystem nicht unbedeutend ist, so läßt sich erwarten, daß das Erscheinen von Meteorsternen sich auf die obigen drei Perioden nicht beschränken wird. So zeigte sich zwischen dem Kometen Nr. 1 von 1861 und den Meteoren vom 18. bis 20. April 1861 ein Zusammenhang. Man will nach den bereits vorgenommenen, freilich fast ebenso unzuverlässigen als mühsamen Zählungen auf noch acht Perioden schließen. Es gibt kaum eine Zeit des Jahres, in welcher nicht einzelne Meteore erschienen, was auch leicht begreiflich ist, wenn man überlegt, daß die massigen Planeten kaum einen dieser leichten Kometen ganz ungerupft werden dahinziehen lassen.

Weil die Sonne mit ihrem ganzen Schwarme von Planeten und Monden in etwa 18 Millionen Jahren um einen in der Nähe der Alkyone liegenden, etwa 630 Billionen Meilen entfernten Schwerpunkt mit einer Schnelligkeit von 8 Meilen in einer Secunde sich bewegt; so kann es nicht fehlen, daß wegen des Weltätherwiderstandes von den zarten Kometenkörperchen viele zurückbleiben, daß dagegen andere, ja ganze Kometen, aufgenommen werden. Sind die zurückgebliebenen hinreichend weit entfernt von den Fesseln ihrer früheren Tyrannen, so werden sie sich wieder zu einem Ganzen zusammenfinden, und können vielleicht den ersten Keim zu einem neuen Staate unter der glanzvollen Leitung

einer belebenden Sonne bilden. So ist im Weltraum fortwährend ein reges Leben.

Nun tritt endlich noch eine letzte Frage an uns, nämlich: welche Rolle spielen die Meteorsteine in dem Haushalte unseres Planetensystems?

Hierbei müssen wir zunächst und sofort einer sogar noch als Kathederweisheit gepredigten Behauptung entschieden entgegentreten, daß nämlich auch diese Meteore mit den Meteorsternen einerlei Ursprung haben, d. h. daß sie aus Kometen stammen. Beide haben vielmehr einzig nur das gemein, daß sie uns erst in unserer Atmosphäre erscheinen, ohne ihr selbst anzugehören, daß sie also kosmischen Ursprungs sind.

Es gehört zu einem hervorragenden Verdienste der französischen Akademie der Wissenschaften, daß sie nicht blos in neuerer Zeit ihrem Deutschenhasse in lächerlicher Weise Rechnung getragen, sondern daß sie sich auch früher in wissenschaftlichen Fragen blosgestellt hat.

So wurde 1734 Muhadel von dieser hohen Körperschaft geradezu verlacht, als er die damals aufgefundenen, eigenthümlich geformten Feuersteine für das erklärte, was sie wirklich sind, nämlich für Werkzeuge und Waffen von Menschen aus sehr frühen Zeitaltern (Steinzeit).

Ebenso wollte dieselbe Akademie mit Berichten über angebliche Meteorsteinfälle, als mit etwas „Unsinnigem" verschont bleiben. Aber zum Unglück für sie erschien bald darauf, am 26. April 1803 Mittags 1 Uhr, in ihrem eigenen Lande bei Aigle in der Normandie (Departement de l'Orne), eine dahinziehende Feuerkugel, die sich plötzlich in eine Rauchwolke hüllte, aus der ein anhaltendes und gewaltiges Krachen und Donnern erdröhnte, worauf über 2000 Steine im Gewichte von ½ Loth bis zu 17½ Pfunden niederfielen, die in einer Fläche von 2½ franz. Meilen Länge und 1 Meile Breite so zerstreut lagen, wie wenn ein Landmann die Saamenkörner laufend ausstreut. —

Wir sehen: dünkelhafter Hochmuth führt, wie auch nach allbekannter Erfahrung aus der neuesten Zeit, zur Selbstüberschätzung und zum Wahne der Unfehlbarkeit.

Schon diese eine Thatsache möchte geeignet sein, den Meteorsteinen eine andere Stelle anzuweisen, als den Meteorsternen. Letztere ziehen ruhig dahin und verschwinden ohne Detonation spurlos in der Atmosphäre. Nur in der Stille der freien Natur meine ich auf der Jagd in der Zeit der Sternschnuppenfälle ein leises Zischen, wie von einer entfernt abgebrannten Rakete gehört zu haben und als sicher verbürgen zu können.

Ihr spurloses Verschwinden ist aus ihrer sehr zarten Beschaffenheit wol erklärlich. Es ist nämlich mittelbar möglich, das Gewicht sogar eines einzelnen Körperchens annähernd zu bestimmen. Wenn man (nach Zöllner's Methode) die mit einer irdischen Lichtquelle verbundene Wärme nach Maaßeinheiten kennt, und wenn man ferner die Leuchtkraft eines Meteorsternes unter Berücksichtigung seiner Entfernung von uns mit der Lichtstärke des irdischen Lichtes vergleicht, so kann man die bei der Verbrennung des Meteors entwickelte Wärme berechnen. Da diese nun bekannte lebendige Kraft ein Produkt ist aus der durch die Beobachtung bekannten Geschwindigkeit des Meteors und seiner Masse, so läßt sich letztere leicht ermitteln.

Ungeachtet die Lichtstärke der Körperchen im Novemberstrome etwas größer ist als im Augustphänomene, so ist das Gewicht eines einzelnen Meteors in jenem Falle etwas kleiner, nämlich etwa nur 1/8 Gramm, als in diesem (1/3 Gramm), weil die Geschwindigkeit in jenem größer als in diesem ist.

Würden die Meteorsterne in der Atmosphäre nicht "fast" spurlos aufgezehrt und in Gase verwandelt, so würden sie uns trotz ihrer Leichtigkeit, wegen ihrer großen Geschwindigkeit und durch ihre ungemein große Anzahl die größte Gefahr bringen. Sogar die Gesammtmasse eines Kometen ist sehr unbedeutend, was sich u. a. im Jahre 1770 zeigte, als ein Komet mitten durch

die Bahnen der kleinen Monde des Jupiter ging, ohne sie im-geringsten zu stören.

Welchen außerordentlichen Contrast mit den zarten Meteor-sternen bilden die massigen **Meteorsteine**! Es gibt dergleichen bis zu 100,000 Pfunden. An der Westküste Grönlands sind neuerdings Blöcke bis zu 50,000 Pfunden aufgefunden worden. In Brasilien liegt eine Masse von 17,300, im britischen Museum eine australische von 8000, in Mexiko Stücke von 252 bis 654 Pfunden u. s. w. — Die Meteormasse, welche am 30. Januar 1860 Abends 7 Uhr bei Pultusk im Königreiche Polen niederfiel, ist auch sehr bedeutend gewesen, denn sie zerriß mit einer so heftigen Erschütterung, daß in dem 9½ Meilen entfernten Warschau manche Fensterscheiben zersprangen und die äußerst zahlreichen Bruchstücke (vielleicht an 100,000) über mehre Quadrat-meilen zerstreut wurden.

Wenn man beide Erscheinungen, die Meteorsterne und die Steinmeteore, zusammenwerfen zu können meint (Mädler u. A.), so begreife ich nicht, warum man dann bei der häufig so ungemein großen Anzahl jener Meteore nicht ein wahres Peletonfeuer hört und warum man bei diesen Gelegenheiten nicht Hunderttausende von soeben herabgefallenen Meteorsteinen findet. Keine Spur von beiden!

Es gelangen alljährlich und zu ganz verschiedenen Zeiten, zufällig auch bei Sternschnuppenfällen, nur einige und zwar durchschrittlich etwa 3 Meteorsteinfälle zur Erde. Wenn man nun unter den Sternschnuppen bisweilen einige durch ihre Größe hervorragende gesehen hat, so ist dieses nicht auffallend, da ja auch diejenigen, welche wir in einzelnen Gruppen zu 3 oder 4 in unserer Atmosphäre ankommen sehen, unter Umständen vorher schon sich zu einem größeren Meteore hätten vereinigen können, ohne daß ein solches Steine enthält.

Wären übrigens unter den zarten Bestandtheilen der Kometen auch so massige Steine eingestreut, wie sie an die Erdoberfläche

gelangen, so würden dieselben vorher im freien Weltraume schon die meisten von jenen an sich gezogen haben, so daß nicht so große Schaaren derselben bis zu uns gelangen würden. Außerdem würde die Schwungkraft jener Massen sie an den Vordertheil des Kometenkopfes getrieben haben und wir würden sie namentlich zur Zeit der Sonnennähe dort entdecken müssen, was noch keinem Astronomen gelungen ist und auch niemals gelingen wird, weil es dort nichts der Art zu entdecken gibt.

Dazu kommt noch, daß die das Erscheinen der Meteorsteine begleitenden Umstände sehr verschieden und abweichend sind von denen bei Sternmeteoren.

Die Richtung, in welcher sie ankommen, ist eine sehr wechselnde, bisweilen eine fast horizontale. So z. B. machte ein am 9. Juni 1867 in der Provinz Algier bei Guidjellur erscheinendes Meteor eine Furche von 1 Kilometer Länge. Nie hat man Meteoriten aufwärts sich bewegen sehen, wie es, wenn auch nur scheinbar, bei dem Rückwärtsabbrennen des Schweifes eines Meteorsternes der Fall ist.

Die Farbe ist nicht so hell, als bei den Sternschnuppen, sondern mehr feuerroth. Nicht wenige lassen bei ihrem Dahinziehen einen Schweif in gleicher Farbe und von einer bisweilen minutenlangen Dauer zurück, wie ich es selbst im Jahre 1839 beobachtet habe.

Die Höhe, in welcher sie erscheinen und verschwinden, reicht bis auf 30 Meilen von der Erdoberfläche. Weil die Zeit des Erscheinens dieser Meteore zu unbestimmt ist, so überraschen sie uns meistens und melden sich meist nur durch ihren Knall beim Zerspringen am Ende ihrer sichtbaren Laufbahn an. Deshalb fehlen auch meistens die zur Höhenbestimmung nothwendigen gleichzeitigen Beobachtungen an verschiedenen Orten.

Ein Stück Meteoreisen braucht in der Atmosphäre in der Nähe der Erdoberfläche nur eine Geschwindigkeit von 3000 Fuß in der Secunde zu haben, damit es sich bis auf 1000° C. erwärme

und eine lebhaft glühende Kruste erhalte. Ist nun das Meteor glühend geworden, so entwickeln die in seinem Innern vorhandenen Gase ihre Spannkraft und zersprengen bei hinreichender Stärke das Meteor mit einem Knalle. Da bei kleineren Meteoren ein verhältnißmäßig großer Theil der Wärme an die Luft verloren geht, so bleiben sie häufig ganz.

Nach dem Augenblicke der Zersprengung scheint das Meteor verschwunden zu sein, weil die inneren Seiten der Bruchstücke nicht glühen und auch weil sie meist zu klein sind. Einzelne Meteore kommen bisweilen noch so heiß zur Erde, daß sie leicht brennbare Gegenstände anzünden.

Die Tiefe, bis auf welche Meteore einschlagen, beträgt nach der Beschaffenheit des Bodens und nach der Richtung, in welcher sie ankommen, nur etwa 2 bis 3 Meter, theils weil der ihnen von der Luft geleistete Widerstand nach der Erdoberfläche wächst, theils weil die meisten der versprengten Stücke eine Seitenbewegung bekommen, also an Fallkraft verlieren. Im Altai hat man allerdings in einer Tiefe von mehr als 10 Metern einen Meteorstein gefunden, aber dieser rührt aus einer früheren Zeit der Erdbildung, der Diluvialperiode, her.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Erde vonjeher und in allen Gegenden gesteinigt worden ist. So z. B. enthalten die eisernen Messerklingen der Eskimos Nickel, welches nur dem Meteoreisen eigenthümlich ist. — Alle Personen höheren Ranges im Innern Afrikas tragen Dolche, Säbel, Lanzen aus „Himmelseisen" und ihre Wunderkräfte sind von arabischen Dichtern vonjeher besungen worden. — Auch der indische Padischa Dschehangir besaß ein Messer und einen Dolch aus dem „Eisen des Blitzes". Homer läßt (Ilias XV.) den Jupiter zwei Eisenblöcke, aus seinem Bereiche natürlich, an die Füße der Juno binden und sie auf die Ebene Trojas schleudern. — Achilles bietet als Preis bei den Spielen einen Eisenblock und geschmiedetes Eisen an. Dieser Unterschied weist auch darauf hin, daß der Block natürliches

Meteoreisen war. Genug! Meteorsteine sind zu allen Zeiten und in allen Ländern aus dem Weltraume zur Erde gelangt.

Inbetreff der Bestandtheile können wir sie in zwei Hauptgattungen: in Stein- und Metall-Meteoriten bringen. Bisjetzt können wir zu jenen mit Sicherheit erst vier rechnen, u. a. den polnischen vom 30. Januar 1860. Er enthält in 100 Theilen 86,09 Silikate, 3,85 Magnetkies, 10,06 Nickeleisen, welches in kugligen Körnern eingeschlossen ist.

Die Metall-Meteoriten enthalten bis zu 96 Procent Eisen. Die übrigen Bestandtheile sind zufolge chemischer Untersuchungen an den seit etwa 100 Jahren niedergefallenen außerdem: Kobalt, Nickel, Mangan, Chrom, Kupfer, Arsen, Zinn, Kalkerde, Thonerde, Kieselerde, Kali, Natrium, Aluminium, Magnesium, Kalzium, Titan, Phosphor, Schwefel, Entstatit, Chromit, Troilit, Bronzit, im Innern noch krystallinisch eingestreut Olyvin und Chrysolith, außerdem noch Chlor, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff (Graham). Dieses sind lauter Stoffe, die wir auch auf unserer Erde vorfinden, und da die so äußerst gewissenhafte Spectralanalyse auch in der Atmosphäre der Sonne, so wie an den Fixsternen und Nebelsternen neue Stoffe zu entdecken noch nicht vermocht hat, so müssen wir die Einheit der Stoffe im Weltraume als eine für die Einsicht in den Weltenbau tiefgreifende Wahrheit ansehen.

Dazu tritt aber noch eine andere, für die Kosmogenie sehr wichtige Thatsache, nämlich die, daß die Krystallform des Olyvins in den Meteorsteinen genau dieselbe ist, wie beim Olyvin auf unserer Erde. Also: die Gestaltungskraft für bestimmte Stoffe und Stoffatome ist im ganzen Weltraume dieselbe. Es drängt sich uns, jemehr wir beim Naturforschen im Wissen vorschreiten, mehr und mehr die Ueberzeugung von der Einheit aller sich noch so verschieden äußernden Kräfte auf.

Außer den zwei Hauptgattungen, den Metall- und Stein-Meteoriten (eisen- oder doleritartig) erscheinen bisweilen auch

theilweise lockere, in denen man wunderbarerweise auch organische Bestandtheile entdeckt hat, als ob sie von einem Weltkörper herrührten, welcher lebende Wesen ernährt habe. Am 29. Februar 1868 fiel bei Villanova ein Meteor, welches in 5 Stücke zersprang, von denen das eine in der Nähe einer Frau in tausend Stückchen zerstob; die anderen drangen nur 50 Centimeter tief in den Boden. — Das am 14. Mai 1864 bei Orgueil niedergefallene löste sich in Wasser zu Schlamm auf, welcher organische Bestandtheile enthielt. — Die Meteore vom 15. März 1806, vom 13. Oktober 1838, vorzüglich das vom 14. Mai 1864 und vom 25. August 1865, so wie der schon erwähnte Block auf der Westküste Grönlands enthalten Kohlenstoff (letzterer 10 Procent) und organische Bestandtheile. — Berzelius fand 1835 die Masse des einen braunen humusartig und Wöhler entdeckte in dem am 27. April 1857 herabgefallenen Kohlenwasserstoff. — Außerdem sind Fälle vorhanden, daß auf Schiffe im freien Ozeane nicht blos Wüstenstaub, sondern auch Meteorstaub, untermischt mit zarten metallischen Hohlkügelchen, herabgefallen ist. Einzelne Meteore lösen sich ohne Knall in rothglühende Massentheilchen auf.

Solche Thatsachen eröffnen uns eine weite und höchst interessante Perspective in die Geburtsstätte der Meteorsteine und man sollte Bedenken tragen, ihnen in gedankenlos nachbeterischer Weise mit den Sternschnuppen, diesen Hauchtröpfchen des Weltraumes, immerfort noch denselben Ursprung anzuweisen. Verfolgen wir also die Geschichte unserer Meteore weiter!

Ehe die Meteorsteine in unsere Atmosphäre kommen, sind sie uns nicht sichtbar, wenn nicht etwa die schwarzen kleinen Pünktchen, die man bisweilen vor der Sonnenscheibe gesehen hat (abgesehen von den Vorübergängen der Venus und des Mercur), dergleichen gewesen sind. Sie werden erst in der Luft durch Reibung glühend und daher uns sichtbar; aber die Temperatur steigt dabei nicht so hoch, daß sie schmelzflüssig werden, denn sie zeigen nur eine braunschwarze Kruste von wenigen Millimetern

Dicke, welche geschmolzen gewesen ist, während die Bruchstücke meist nur an den Kanten, selten auch in einer Innenfläche die Zeichen der Schmelzung zeigen. Die Meteore hätten auch, wenn sie bei ihrer Ankunft wirklich schmelzflüssig gewesen wären, während der kurzen Zeit des Fallens unmöglich so schnell abkühlen können, um bei ihrer Ankunft sich fest, wenn auch oft noch glühend zu zeigen.

Aber wir werden gezwungen anzunehmen, daß sie, bevor sie in unser Gebiet gelangten, vollständig geschmolzen gewesen sind, denn die in ihnen befindlichen Krystalle konnten sich nur aus und in einer flüssigen Masse bilden. Auch das ganze Gemenge der Stoffe, aus denen sie zusammengesetzt sind, zeigt ein so gleichmäßiges Gefüge, wie es nur bei einer schmelzflüssig gewesenen Masse vorkommen kann. Dazu kommt noch, daß kleinere Meteorsteine, welche nicht als Bruchstücke zu uns gelangen, meist eine abgerundete längliche Gestalt haben, wie sie einer geschmolzenen Masse, welche sich um eine bestimmte Axe dreht, zukommt.

Nun kommen wir endlich zur Beantwortung der unser ganzes Interesse fesselnden Frage: Wo im Weltraume haben wir die Geburtsstätte unserer kosmischen Findlinge zu suchen?

Wir werden bald erkennen, daß die Frage wie die darauf zu gebende Antwort nicht eine so engbegränzte sein darf.

In unserem Planetensysteme war den Astronomen bis zu diesem Jahrhunderte zwischen dem Mars und dem Jupiter eine allzugroße Lücke aufgefallen. Nun wurden in diesem Raume zwar sogar vier Planeten (Ceres, Vesta, Juno, Pallas) entdeckt, aber sie sind sämmtlich sehr klein. Ungeachtet die Neigung ihrer Bahnen gegen die Erdbahn sehr verschieden ist, so gelangen sie bei ihrem Laufe um die Sonne doch, wenn auch zu verschiedenen Zeiten, so ziemlich an einen gewissen Ort. Nun steht es wissenschaftlich fest, daß ein Weltkörper dann, wenn er irgendwo eine Störung erfahren hat, immer wieder an den betreffenden Ort

zurück zu gelangen strebt. Dieser Umstand ließ auf einen gemeinschaftlichen Ursprung jener Asteroiden schließen und gab bei ihrer Kleinheit der Hoffnung Raum, daß noch andere kleine Planeten in jenem Gebiete des Weltraumes vorhanden sein möchten.

Dem Eifer und unendlichen Fleiße der Astronomen ist es nun auch wirklich gelungen, schon bisjetzt nicht weniger als einhundertzweiunddreißig kleine zusammengehörige Planeten aufzufinden, und es ist noch gar nicht abzusehen, wie viele deren noch vorhanden sind, welche nur wegen ihrer Lichtschwäche bisher der Entdeckung sich entzogen haben, ja theilweise fürimmer sich entziehen werden.

Es ist kein Zufall, daß die meisten Meteorsteine wesentlich aus einerlei Stoffen bestehen; daß alle bisjetzt bekannten 132 Asteroiden grade nur zwischen Mars und Jupiter ihre Bahnen um die Sonne beschreiben; daß die Neigung dieser Bahnen gegen den Aequator der Sonne sehr verschieden und theilweise sehr groß ist (bei Vesta z. B. 37 Grad 18 Minuten), während die Neigung der oberen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) nur gegen 6 Grad beträgt, und die der unteren (Mercur, Venus, Erde, Mars) zwischen 2 Grad 54 Minuten und 7 $^1/_2$ Grad fällt; es ist ferner kein Zufall, daß nach den bisherigen Ermittelungen viele von den Planetoiden bei ihrem Laufe um die Sonne so ziemlich an denselben Ort des Weltraumes kommen, jeder natürlich zu einer anderen Zeit.

Da in der ganzen Natur nur strenges Gesetz herrscht, was ist nun wol natürlicher, als alle diese Planetchen mit ihrem Ursprunge auf dieselbe Quelle zurückzuführen? Ja, was ist natürlicher, auch unseren Meteoriten diese Quelle zuzuweisen, und die Behauptung aufzustellen:

> es gab zwischen dem Mars und Jupiter einen großen Planeten bereits mit organischem Leben, welcher durch irgend ein Weltereigniß in Trümmer zerfiel.

Es ist wahrhaft entsetzlich, wenn wir uns den Gedanken an ein solches Ereigniß mit allen seinen fürchterlichen Schrecken für die dort befindlichen Lebewesen ausmalen, falls sie dafür eine solche Empfänglichkeit, als wir sie hier besitzen, gehabt haben sollten. Doch eine solche Zertrümmerung kann nur das Werk weniger Augenblicke gewesen sein und dieses kann unserem so weit reichenden Mitgefühle zum Troste dienen.

Doch, fragen wir uns ernstlich und gewissenhaft: ist ein solches Ereigniß nach Naturgesetzen überhaupt möglich, und dann, wenn dieses der Fall ist: wann trat die Veranlassung zu einer solchen Katastrophe ein? Schließlich könnten wir in angstvoller Erwartung vielleicht noch die Frage aufwerfen, ob unserer Erde ein ähnliches Loos bevorsteht.

Um die Zertrümmerung eines Weltkörpers darzuthun, brauchen wir nur drei aus der Physik allbekannte Thatsachen anzuführen.

Wenn eine Flüssigkeit sich krystallisirt, so nehmen sämmtliche erhaltenen Krystalle einen größeren Raum ein, als die Flüssigkeit. Daher kommt es z. B., daß das Eis, auf dem Wasser schwimmend, etwas überragt. Die bei der Krystallbildung wirksame Kraft ordnet die Stofftheilchen mit großer Energie für jeden bestimmten Stoff unter gewissen Winkeln und ist, weil sie als die Summe einer außerordentlich großen Anzahl kleiner Kräfte erscheint, eine so außerordentlich bedeutende, daß sie die größten Hindernisse überwindet.

Wir wollen dazu nur ein Beispiel anführen. Als das in einer Bombe von $2^3/_4$ Zoll Eisenstärke gut abgesperrte Wasser bei etwa 20 Grad Kälte gefror, wurde der $2^1/_2$ Pfund schwere Eisenpfropfen 415 Fuß weit geschleudert, und ein 150 Pfund schweres Stück flog zwar nur 12 Fuß weit, aber die hierbei entwickelte Kraft ist doch eine noch größere als für den Propfen.

Eine zweite Thatsache betrifft die Veränderung des Zusammenhanges der Theilchen eines Körpers bei dessen schneller

Abkühlung. — Läßt man einen Tropfen geschmolzenen Glases (eine Glasthräne) in kaltes Wasser fallen, so werden die an der Außenfläche befindlichen Glastheile sich schnell zusammenziehen und fest werden, während die inneren, wenn auch nur noch eine kurze Zeit, flüssig bleiben und das Bestreben der Ausdehnung behalten. Dadurch gerathen die kleinsten Massentheilchen der Glasthräne in eine unnatürliche Spannung gegen einander, so daß das Kartenhaus der aufgebauten Molekel bei dem geringsten Anstoße zerfällt. Bricht man daher auch blos die Spitze des am Glastropfen befindlichen Glasfadens ab, so zerfällt das Ganze in fast durchgängig staubartige Theilchen. Gehärteter Stahl wird durch eine ähnliche Behandlungsweise sehr spröde.

Die dritte Thatsache ist eine in Fabriken mit Dampfbetrieb leider nur allzu bekannte. Erlangen nämlich die Gase oder Dämpfe aus irgend einer Flüssigkeit durch Erhöhung der Temperatur in einem bestimmten abgesperrten Raume, oder auch durch Verminderung des Raumes bei gleicher Temperatur, oder gar durch Erhöhung der Temperatur und Verkleinerung des Raumes eine allzugroße Spannkraft, so zersprengen sie ihre Fesseln mit einer häufig äußerst gefährlichen Gewalt. Da im ganzen Weltraume die Stoffe sowie die Kräfte dieselben sind und jene durch diese nach denselben Gesetzen beherrscht werden, so haben wir eine sichere Brücke von den irdischen zu den überirdischen Erscheinungen.

Nun würde uns der Gedanke an das furchtbare Ereigniß der Zersprengung eines großen Planeten, welcher zwischen dem Mars und Jupiter vorhanden war, keine Schwierigkeit mehr bereiten, wenn wir nur wüßten, daß dieser Planet bereits eine feste Kruste gehabt habe, daß er hohl und im Innern mit einer noch schmelzflüssigen Masse ausgekleidet gewesen und daß dieser so beschaffene Weltkörper plötzlich abgekühlt worden sei.

Ueber die Feststellung dieser Bedingungen scheint uns im ersten Augenblicke jeder Anhaltspunkt zu fehlen. Doch, verzweifeln

wir nicht! Wir dürfen uns ja nur nach Analogien umsehen, da im Weltraume Alles nach denselben Gesetzen geschieht. Wir gehen von der uns bekannten Erde aus.

Es ist zweifellos, daß die Erde bei ihrem Auftreten als selbstständiger Körper schmelzflüssig war und daß sie schon in diesem Zustande um eine durch sie selbst gehende Axe sich drehte, denn sonst hätte sie weder sich kugelförmig gestalten noch abplatten können.

Diese Axendrehung war aber auch zugleich die eine Veranlassung, daß sie hohl wurde, denn die flüssigen Massentheilchen suchten sich so weit als möglich, d. h. so weit es ihre Gravitation, welche die Vollkugelgestalt erhalten wollte, zuließ, von ihrem Drehungsmittelpunkte zu entfernen. Die andere Veranlassung zum Hohlwerden lag in ihrem schmelzflüssigen Zustande, bei welchem die lebhaft schwingenden Massentheilchen sich so weit als möglich nach der Richtung entfernen wollen, in welcher ihnen der geringste Widerstand entgegengesetzt wird, nämlich nachaußen, während sie im Innern beim Schwingen einander hindernd entgegen treten.

Daß dieses Verhalten der bei schmelzflüssigen Massen heftig schwingenden Theile wirklich Hohlkugeln erzeugt, habe ich bei den im reinen Sauerstoffe durch theilweise Verbrennung und Schmelzung erhaltenen Stahlkügelchen und auch bei den durch einen sogenannten elektrischen Strom aus Eisendraht geschmolzenen Kügelchen gefunden. Nur die kleinsten von ihnen schienen nicht hohl zu sein, weil sie zu schnell abgekühlt waren und auch die Kohäsion bald zur Geltung kam. Neuerdings sind sogar die mikroskopischen, in der Luft von Fabrikräumen schwebenden Eisenkügelchen hohl gefunden worden, und ebenso sind die mit dem Meteorstaube aus dem Weltraume zu uns gelangenden Metallkügelchen hohl.

An der Richtigkeit der Behauptung, daß alle Weltkörper, welche in einem schmelzflüssigen Zustande waren und um eine durch sie gehende Axe sich drehen, hohl geworden sein müssen, also die Sonne und alle Planeten, nicht

aber die Monde, darf wol schon nach diesen Betrachtungen nicht mehr gezweifelt werden. Bei der Erde aber haben wir noch einen Beweis, der für sich allein schon ausreichend sein würde.

Es ist nämlich auf verschiedene Weise und mit großer Zuverlässigkeit ermittelt, daß die Erde, als Vollkugel und mit einer gleichmäßigen Massenvertheilung angenommen, ein Gewicht haben würde, welches fast sechsmal (genauer 5,784 mal) so groß ist, als das einer Wasserkugel von gleichem Rauminhalte. Hiermit aber müssen wir noch zwei Thatsachen zusammenhalten. Es ist nämlich ermittelt, daß das mittlere spezifische Gewicht des oberen Theiles der Erdkruste, welcher wesentlich aus Silicaten besteht, kaum 3 beträgt (d. h. dreimal schwerer ist als Wasser von demselben Rauminhalte), und daß die tiefplutonischen Auswurfgesteine ebenfalls nur dieses Gewicht haben. Es ergibt sich also, daß das Gewicht der die Erdkruste zusammensetzenden Stoffe nicht bis zum Mittelpunkte der Erde zunimmt und auch naturgesetzlich nicht zunehmen kann. Als nämlich die Erdmassen noch in einem schmelzflüssigen Zustande waren, lagerten sich die verschiedenen Stoffe so, daß ihr Gewicht von der Oberfläche an nachunten, d. h. gegen den Erdmittelpunkt hin, zunahm. Die schwersten Stoffe wären aber nur dann die untersten geworden, wenn die Erde nach der Bibel stillstände. Weil die Erde eine Axendrehung hat, so konnten verschieden schwere Stoffe bei gleicher Drehungsgeschwindigkeit nicht in einer gleichen Entfernung vom Drehungsmittelpunkte bleiben, sondern die gewichtigeren mußten wegen ihrer größeren Fliehkraft weiter sich entfernen als die leichteren. — Demnach werden die schwersten Stoffe (Schwermetalle) sich in einer solchen Mittelschicht der Erdkruste befinden, daß ihre Schwerkraft, die sie nachunten trieb, von ihrer Fliehkraft, welche sie nachoben oder nachaußen schleudern will, im Gleichgewichte erhalten wird. Von dieser Schicht an nimmt das Gewicht der Schichten sowohl nachunten als nachoben ab. Auf diese Weise ist der Erde ungeachtet ihres Hohlseins das oben angegebene spezifische Gewicht von 5,784

gesichert. Obwohl die regelmäßige Schichtenbildung aus mancherlei Gründen nicht wenige Verschiebungen und Durchbrechungen erlitten hat, so weisen doch viele beim Bergbaue vorkommende Verhältnisse, welche wir hier nicht näher besprechen können, auf die Richtigkeit dieser Auffassungsweise hin.

Es liegt durchaus kein Grund vor, nach welchem wir unseren, zwischen Mars und Jupiter befindlich gewesenen Planeten, dessen Entstehungsgeschichte ganz die der Erde gewesen sein muß, eine andere Beschaffenheit zuschreiben sollten. War er aber ebenso beschaffen, so haben wir nur noch eine, scheinbar unüberwindliche Schwierigkeit zu überwinden, nämlich die Frage zu beantworten: Durch welches Ereigniß ist unser Welttropfen plötzlich abgekühlt worden?

Auch hier können wir uns an unsere Erde halten. Zweifellose Thatsachen ergeben nämlich, daß sie während ihrer Lebensdauer zweimal einer so großen Kälte plötzlich ausgesetzt gewesen ist, daß sie von den Polen aus bis in mittlere geographische Breiten vergletscherte, wodurch ein großer Theil des organischen Lebens vernichtet wurde. Hätte die Erde in jenen Zeiten nicht schon eine große Anzahl von Sicherheitsventilen in den Vulkanen gehabt, so würde sie damals vielleicht in Trümmer zerfallen sein.

Wenn wir nun die Nothwendigkeit einer plötzlichen Abkühlung auch für jenen unglücklichen Planeten gefunden hätten, so wäre das ganze Räthsel des Vorhandenseins der ungemein großen Menge von Planetoiden und der zahlreichen Schaar von Meteoriten gleichzeitig gelöst.

Ich meine in meiner populären Kosmogenie*) durch entscheidende Gründe gezeigt zu haben, daß wir die Kant-Laplace'sche Theorie für die Bildung der Weltkörpersysteme aufgeben

*) Ph. Spiller: Die Entstehung der Welt und die Einheit der Naturkräfte. Berlin 1870. S. 72 u. f.

müssen und die von mir entwickelte Abschleuderungstheorie anzunehmen kein Bedenken tragen dürfen. Durch diese Theorie sind auch alle übrigen Erscheinungen in unserem Systeme (die gemeinschaftliche Bewegungsrichtung aller Glieder desselben, die schiefe Lage der Planetenbahnen und Drehungsaxen, die Excentricität, die einseitige Lage der Monde gegen ihre Planeten, die Ringe, die zwei Kälteperioden der Erde u. s. w.) sehr einfach und naturgemäß erklärbar.

Die Planeten sind nämlich von einem feuerflüssigen und um eine Axe sich drehenden Centralkörper nach und nach abgeschleudert worden; der entfernteste (Neptun) zuerst, der nächste (Mercur) zuletzt, so daß wir für unser Planetensystem eine viel mehr der Wahrheit entsprechende Genealogie anzugeben vermögen, als sie die Geschlechtsregister der Bibel enthalten. Jeder Planet gelangte bei der Abschleuderung an einen bestimmten Ort im Weltraum, wo die anziehende Centralkraft (Gravitation) und die forttreibende Fliehkraft einander das Gleichgewicht hielten. Die einem bestimmten Planeten ertheilte Fliehkraft war übrigens abhängig von der Drehungsgeschwindigkeit des Centralkörpers. Die Gravitation des Planeten zum Centralkörper hängt bei einer bestimmten Entfernung beider von der Masse des Centralkörpers ab. Wird diese durch irgend einen Umstand verkleinert, so ist der Planet nicht mehr so stark an ihn gefesselt und er kann sich weiter von ihm entfernen.

Weil nun durch jede neue Abschleuderung der Centralkörper leichter wird, also von seiner Anziehungskraft verliert, so wird jeder von den schon vorhandenen Planeten den ihm bei der Bewegung um die Sonne noch angehörigen Theil seiner Fliehkraft zur Geltung bringen und soweit in den Weltraum fort von der Sonne fliegen, bis sich das neue Gleichgewicht zwischen beiden Kräften hergestellt hat.

Fliegt aber ein Planet von der Wärmequelle, der Sonne, weiter fort, so muß an ihm eine plötzliche Abkühlung eintreten;

denn die erwärmende Kraft der Sonne nimmt ab, wie die Quadratzahlen der Entfernung von ihr zunehmen; d. h. in der doppelten Entfernung ist die Erwärmung nur $1/4$, in der dreifachen nur $1/9$, in der vierfachen $1/16$ so stark als in der einfachen. Die Abnahme der Wärme geht also ziemlich schnell vonstatten.

Wenn nun unser ehemaliger Planet bei der Ablösung des Mars eine Strecke weiter in den Weltraum flog, mußte er sich schnell abkühlen, seine vorzüglich aus guten Wärmeleitern bestehende Erstarrungskruste wurde spröde und zog sich zusammen, so daß die in der Masse eintretende Krystallbildung und die Zunahme der Spannkraft der im heißen Innern eingeschlossenen Gase endlich eine furchtbare Zersprengung dieses Weltkörpers hervorbrachten. Wenn schon bei dem schlechtleitenden Glase durch schnelle Abkühlung seiner Oberfläche ein großes Mißverhältniß in dem Zusammenhange seiner Massentheilchen eintritt, so muß dieses umsomehr bei gutleitenden Stoffen geschehen.

Die größeren Bruchstücke der Kruste des Planeten umhüllten sich sofort mit Theilen der noch schmelzflüssigen inneren Masse, flogen zwar nach verschiedenen Richtungen, blieben aber noch im Bereiche des alten Planeten und bilden die heute noch als Planetoiden sichtbaren Kugeln; die kleineren Bruchstücke der festen Kruste wurden weithin versprengt, so daß sie wegen ihrer geringen Masse die Spielbälle größerer Planeten wurden, die sie in immer mehr sich verengenden Bahnen umkreisen, bis sie endlich als Meteorsteine auf sie herabfallen und Zeugniß davon ablegen, daß wir unserer winzigen Erde eine Sonderstellung im Weltall anzuweisen gar keine hochmüthige Berechtigung haben dürfen.

Bei der Zersprengung des Planeten konnte es nicht fehlen, daß auch von der noch nicht ganz erstarrten inneren Masse einzelne Theile verspritzt wurden. Diese mußten sich abrunden und nahmen eine länglich runde Gestalt an, weil sie wegen der nicht ausbleibenden Seitenstöße sich um eine Axe zu drehen gezwungen waren; aber wegen der großen Kälte des Weltraumes erstarrten

sie bald. Erst in diesem Jahre ist in der Rheingegend ein so geformter kleiner Meteorit herabgefallen; ich selbst besitze die Hälfte eines solchen.

Aus allen diesen Betrachtungen möchte sich uns die Ueberzeugung aufdrängen, daß in der ganzen Natur, ungeachtet der so wunderbaren Mannigfaltigkeit der Gebilde und der Erscheinungen, die größte Einfachheit der Gesetze waltet, nach denen die Welt regiert wird. Es hat sich aber in der Geschichte der Wissenschaften stets bestätigt, daß bei dem Ringen der Geister nach der richtigen Erkenntniß die einfachsten Wahrheiten immer zuletzt gefunden werden.

Die Erde.

Die Erforschung des Wesens der in der ganzen Natur vorkommenden Körper hat einen eigenthümlichen Reiz auch selbst dann, wenn wir uns von den Ergebnissen einen praktischen Nutzen nicht versprechen dürfen. Dahin gehört u. a. die Frage, ob die Weltkörper Hohlkugeln oder Vollkugeln sind. Wir haben bei der Besprechung des Zustandes der Sonne und des Mondes zwar schon eine Antwort gegeben, es bieten sich aber bei der Erde so eigenthümliche Erscheinungen dar, daß es gerechtfertigt erscheint, unseren Wohnsitz auch nach dieser Richtung hin einer noch besonderen Betrachtung zu unterwerfen.

Nachdem man die regelmäßigen Schwankungen der Magnetnadel kennen gelernt hatte, kam man auf den Gedanken, daß die Erde hohl sei und daß in ihr zwei Magnete vorhanden sein möchten, zwischen deren Polen unsere Magnetnadeln schwanken sollten. Die neueren Entdeckungen im Gebiete der Thermoelectricität und des Thermomagnetismus haben die Vorstellung von den zwei Magneten mitrecht, zugleich aber auch den Gedanken an die Hohlkugel als nunmehr überflüssig beseitigt. Letzteres, wie ich beweisen zu können meine, mitunrecht.

Den ersten Grund für die Behauptung, daß die Erde hohl ist, entnehme ich aus der Natur der Wärme, als eines Schwingungszustandes der kleinsten Massentheilchen der Körper. Je wärmer

ein Körper ist, desto größer ist die Anzahl der Schwingungen seiner Theile und je mehr er sich dabei ausdehnt, desto weiter ist jede einzelne Schwingung. Durch Vermehrung der Anzahl und Weite der Schwingungen wird die Schwingungskraft oder Stoßkraft eines jeden Theilchens vermehrt. Wenn ein flüssiger Körper von anderen Körpern so unabhängig ist, daß er die Kugelgestalt annimmt, so werden die nachinnen befindlichen Stofftheilchen bei ihren Schwingungen einander um so stärker stoßen, je wärmer der Körper ist. Weil nun an der Außenfläche der Kugel der Widerstand am geringsten ist (etwa nur durch die Luft bewirkt wird), so werden sich die Theilchen auch dahin begeben und somit von dem Mittelpunkte der Kugel entfernen müssen, so daß diese dadurch hohl wird.

Vollkommen übereinstimmend damit habe ich gefunden, daß die aus einer im Sauerstoffe beim theilweisen Verbrennen einer Stahlfeder entstandenen Kügelchen, mit Ausnahme der kleinsten, welche sich übrigens schwer untersuchen lassen, hohl sind. — Ebenso habe ich die durch das Schmelzen eines Eisendrahtes mittelst eines sogenannten electrischen Stromes erhaltenen Kügelchen hohl gefunden. Wenn es die kleinsten nicht sind, so liegt dieses daran, daß sie allzuschnell abkühlen, wobei die Kohäsion eher wirksam wird als bei den größeren.

Da nun die Erde ursprünglich entschieden eine Temperatur von mehr als 6000 Graden gehabt hat, so ist gar kein Grund, warum dieser Tropfen im Weltraume, sowie noch andere, eine Ausnahme hätte machen sollen, zumal er frei schwebt, während die Stahl- und Eisenkügelchen von der Anziehung der Erde und der mit ihnen in Berührung kommenden Körper noch sehr abhängig sind. Die Kräfte und die Gesetze, nach welchen sie wirken, sind im ganzen Weltraume dieselben.

Ein anderer Grund für die obige Behauptung liegt in der Schwung- oder Fliehkraft, welche jedes Massentheilchen der Erde zufolge ihrer Achsendrehung besitzt. Wird ein Körper gezwungen,

in einer krummen Bahn sich zu bewegen, so will er stets von dem Mittelpunkte der Bewegung fortfliehen. Wenn man daher eine hohle Glaskugel, in welcher sich etwas Wasser befindet, schnell genug um ihre lothrecht gestellte Achse dreht, so erhebt sich das Wasser und bildet um den Aequator einen Ring; es sucht also dahin zu gelangen, wo die Drehungsgeschwindigkeit und die Fliehkraft am größten sind. — Befinden sich Flüssigkeiten von verschiedenem spezifischem Gewichte, wie z. B. Wasser und Oel in der Kugel, so flieht bei hinreichender Drehungsgeschwindigkeit die schwerste am weitesten fort; das Wasser bildet also den äußeren, das Oel den inneren Ring. Auf diesen Umstand kommen wir bei der Rindenbildung der Erde noch zurück.

Da nun die Erde in einem feurigflüssigen Zustande gewesen ist und schon bei ihrer Entstehung als selbstständiger Körper eine Achsendrehung besaß, so würde sie nicht nur schon wegen der Gluth, sondern auch als Flüssigkeit durch die Schwungkraft müssen hohl geworden sein, wobei aber jeder Theil, durch die Schwere zurückgehalten, sich nur bis zu einer gewissen Strecke entfernen konnte, und zwar um so weiter, je größer seine Schwungkraft war.

Daraus ergibt sich mit Nothwendigkeit, daß die Rinde der hohlkugelförmigen Erde am Aequator dicker ist, als nach den Polen hin, daß also hier die innere Gluth der Erde ihrer Oberfläche näher liegt als dort.

Für diese Behauptung scheinen nicht blos die Vulkane und heißen Quellen auf Island eine Bestätigung zu geben, sondern auch, abgesehen von den Wallrossen und Wallfischen, der ungeheure Reichthum verschiedener riesenhafter Thiere (Dintenfische mit harten Schnäbeln), welche zu ihrer Ernährung einer enormen Anzahl anderer kleinerer Thiere und auch diese wieder stufenweise herab dergleichen bis zu den Infusorien bedürfen. Es herrscht an den Küsten Grönlands unter mehr als 80 Grad nördlicher Breite (Cap Independence 81,5 Grad) ein unglaublich reiches Thierleben, aber erst in einer Tiefe von 100

bis 200 Fuß unter dem Meeresspiegel. Hier findet das Meeresleuchten als ein freiwilliger Akt mikroskopischer und auch größerer Thiere nur in diesen größeren Tiefen statt, weil das aus dem Eise entstandene süße Wasser von 0 Grad Temperatur als das leichtere oben schwimmt, jene Thiere aber in ihm, zumal es auch zu kalt ist, nicht leben können. — Die fabelhaft zahlreichen Heringszüge kommen ebenfalls aus größeren Tiefen der nördlichen Meere, in denen die Erdwärme dem Wasser eine mildere Temperatur gibt, als sie in dem leichteren und leichter gefrierenden Eiswasser an der Oberfläche stattfindet. Sie laichen in geringeren Breiten an der Meeresoberfläche und die hier ausgekommene Brut geht wahrscheinlich mit dem an Westeuropa nach Norden sich hinziehenden Zweige des warmen Golfstromes wieder in die Tiefen des Polarmeeres mit ihrem milden Klima. Der Golfstrom muß nämlich bei 4 Gr. C. Wärme unter das kältere Polarwasser gehen. Letzteres wird durch das schmelzende Eis bis zu einer gewissen Tiefe stets kalt erhalten, in größerer Tiefe aber ist es wegen der inneren Erdwärme stets wärmer.

Um diese höchst interessante Thatsache noch genauer zu begründen, ist Folgendes festzuhalten:

1) Die Eisdecke ist ein schlechter Wärmeleiter, läßt also eine tiefe Abkühlung des Meeres von der Atmosphäre aus nicht leicht eintreten.

2) Das aus dem Eise durch Schmelzung erhaltene Wasser ist leichter als das salzige Meerwasser von derselben Temperatur.

3) Das Wasser, welches durch Schmelzung des Eises an seiner unteren Gränzfläche entsteht und eine Temperatur von 0 Grad hat, besitzt so ziemlich dasselbe spezifische Gewicht, wie das Wasser von 9 Grad Wärme.

4) Das Wasser von 4 Grad Wärme ist das schwerste.

Aus diesen physikalischen Thatsachen folgt, daß es unter dem Eise eine Süßwasserschicht gibt, deren Temperatur nachunten allmälig von 0 bis 4 Grad C. Wärme wächst. Wenn nun unter

dem Eiswasser von 4 Grad Wärme das salzhaltige Meerwasser auch eine etwas höhere Wärme besitzt, so wird es doch wegen seines größeren Gewichts nicht gleich steigen. Die innere Erdwärme wird nun das Wasser in der Meerestiefe wol zu einer höheren Temperatur bringen, und demnach zwar zum Emporsteigen zwingen, aber wenn es an dem vom Eise aus herabfallenden Wasser bis zu 9 Grad sich abgekühlt und das Gewicht des Eiswassers von 0 Grad erlangt hat, wird die weitere Strömung nachoben gehemmt, weil Meerwasser von 9 Grad schwerer ist, als Eiswasser von 9 Grad und weil gleichzeitig das Wasser von 4 Grad Wärme stets nachunten zu gelangen sucht. So entsteht eine Schicht zwischen den Temperaturgränzen von 4 Grad und 9 Grad, in welcher wegen der lothrecht gegeneinander gerichteten Doppelbewegung ein gewisses Gleichgewicht stattfindet, so daß sie durch ihre ruhige Ueberlagerung einerseits die Abkühlung nachunten, andererseits die Erwärmung nachoben hemmt.

Die Abänderungen in diesen Zuständen durch den Salzgehalt des Meerwassers können nicht von großer Bedeutung sein.

Die oberste Schicht von 4 Grad und 0 Grad ist fürsich in Ruhe, weil in ihr das spezifische Gewicht von 0 Grad bis 4 Grad zunimmt.

Dazu kommt, daß die Schwungkraft in der Polarzone horizontale Strömungen, welche eine Ausgleichung der Temperatur befördern würden, nicht sehr erzeugen kann.

Auch die Atmosphäre ist in geringeren Breiten, wegen der Fliehkraft, höher als in der Polarzone, und vorzüglich deshalb erscheint auch der Mond nach allen Reiseberichten hier in wunderbarer Klarheit.

Wenn wir für die Schichtenbildung der Erde die Wirkungen der Gravitation oder des Bestrebens aller Stoffe dem Mittelpunkte um so näher zu kommen, je gewichtiger sie sind, und der Schwungkraft zusammenhalten: so erkennen wir, daß es in der Erdkruste eine Schicht geben wird, in welcher das Gleichgewicht

dieser Kräfte und somit die größte Dichtigkeit vorhanden ist. Wegen der Gravitation nimmt das Gewicht der Stoffe bis zu dieser Mittelschicht vonaußen nachinnen zu, wegen der Schwungkraft aber voninnen nachaußen.

Dazu stimmt die Erfahrung sehr gut überein, daß sowohl die mittlere Dichtigkeit der die äußere Erdrinde zusammensetzenden Körper, als auch das der aus dem Erdinneren hervordringenden (tiefplutonischen) Auswurfgesteine nur etwa 3 beträgt, während das spezifische Gewicht der ganzen Erde nach vielseitigen und höchst sorgfältigen Versuchen 5,6747 gefunden worden ist.

Erkennen wir das Hohlsein der Erde als naturnothwendig an, so muß auch diese Art der Schichtenbildung zugegeben werden. Letztere ist auch durch die in den großen Erdspalten, den Gängen des Bergmannes, aufgefundene Aufeinanderfolge der Gesteine und Erze vollkommen bestätigt. Ueber das Vorkommen des Goldes mit seinem großen spezifischen Gewichte und der Diamanten habe ich in meiner „Populären Kosmogenie" Aufschluß zu geben gesucht.

Der Umstand, daß in geringeren Breiten kieselreiche Gesteine mit etwa 71 Prozent Kieselerde (Granit, Porphyr, Trachyt) blos in den älteren vulkanischen Ausbrüchen vorkommen, dagegen in hohen Breiten, wie in Island, sogar gegenwärtig noch (kieselreiche Trachyte, Obsidiane), läßt mich ebenfalls darauf schließen, daß die Dicke der Erdkruste vom Aequator nach den Polen hin abnimmt. Island allein zählt wol zufolge dieses Zustandes auf seinen 1800 Quadratmeilen 29 Vulkane.

Man darf übrigens, abgesehen von den verhältnißmäßig nur kleinen Erhöhungen und Vertiefungen der Erdoberfläche nicht meinen, daß die Erde genau so sphäroidisch abgeplattet ist, wie es die Schnelligkeit ihrer Axendrehung erfordert. Wegen der schiefen Stellung ihrer Drehungsaxe gegen ihre Bahn um die Sonne erstarrte sie naturgemäß zuerst an ihren heutigen Kältepolen und würde dort auch, wie ich vonjeher angenommen habe,

ehe noch die neuern bestätigenden Entdeckungen gemacht wurden, zuerst bewohnbar. Der dort zuerst festgewordene Theil der Erdoberfläche sank tiefer ein in die noch nicht erstarrte Masse (gleichwie eine Eisscholle auf Wasser) und die in geringeren Breiten noch nachgibigeren Massen entfernten sich etwas von dem Drehungsmittelpunkte. Daher ist in den Breiten von 45 Grad bis 90 Grad die Krümmung der Erde etwas kleiner, in denen von 0 Grad bis 45 Grad größer, als sie einer regelmäßigen Abplattung entspricht, denn dort gehört sie zu einer Abplattung von $^1/_{276}$, hier zu $^1/_{306,38}$.

Ein Himmelskörper überhaupt muß um so mehr hohl sein, je geringer bei einem gewissen absoluten Gewichte sein spezifisches, je größer dabei sein Durchmesser und seine Drehungsgeschwindigkeit ist.

Welch einen bedeutenden Einfluß die Schnelligkeit der Achsendrehung auf die Vergrößerung der Fliehkraft auch des Innern eines Himmelskörpers, also auch auf dessen Aushöhlung besitzt, zeigt sich recht auffallend bei den oberen Planeten. Während jeder Punkt des Erdäquators in 1 Secunde eine Geschwindigkeit von nur 1422 Pariser Fuß besitzt, ist sie bei Jupiter 39070′, bei Saturn 33500′, bei Uranus 21650 und ihr spezifisches Gewicht der Reihe nach 1,08, 0,47, 0,99. Da die oberen nach der von mir angenommenen Abschleuderungstheorie früher entstanden sind als die unteren, so sind auch ihre Stoffe leichter, denn die schwersten haben sich beim Centralkörper in größter Tiefe abgelagert, sind also auch am spätesten abgeschleudert worden. Das größte spezifische Gewicht unter allen Planeten hat daher Merkur, nämlich 17,72 bei nur 504 Fuß Geschwindigkeit an seinem Aequator und nur 600 Meilen Durchmesser. Er wird also am wenigsten hohl sein, wenn dieses Recht nicht etwa die sehr kleinen Planetoiden nach der Art ihrer Entstehungsweise inanspruch nehmen.

Für die Sonne erscheint die Ansicht, daß sie hohl ist, noch

viel wahrscheinlicher als für die Erde; denn ungeachtet in ihrer Atmosphäre ein Verbrennungsprozeß vorzüglich von Eisen stattfindet, ist bei einem Durchmesser von etwa 187800 geographischen Meilen ihr spezifisches Gewicht doch nur etwas über 1, oder wenig mehr, das Gewicht des Wassers.

Der Mond ist höchst wahrscheinlich nicht hohl, was sich aus seiner Entstehungsweise und der einseitigen Lage zur Erde ergibt.

Noch über die Erde.

Der durch sein Erdstillstandssystem über den Erdkreis schnell bekannt gewordene orthodoxe Berliner Pastor Knak vertheidigte im Jahre des Heiles 1868 seine Anschauungen durch die Bibel nicht blos selbst in öffentlichen Blättern, sondern er fand auch willfährige Trabanten, wie u. a. in einem Artikel in Nr. 188 von 1868 der bekannten Kreuzzeitung und an einem Dr. Carl Schöpffer.

Darauf beziehen sich die folgenden zwei Entgegnungen von mir in der Vossischen Zeitung, welche zur Bezeichnung der geistigen Versumpfung von Menschen in einer Zeit mit so herrlichen Fortschritten hier noch einen Platz finden mögen.

„Die Erde als Mittelpunkt der Welt."

Es sieht traurig um die Heranbildung des Volkes aus, wenn einflußreiche Blätter, wie die Kreuzzeitung doch unstreitig eines ist, sich berufen fühlen, einer Richtung Vorschub zu leisten, welche allen wissenschaftlichen Forschungen entgegentritt, wofern diese geeignet sind, den gerade herrschenden Glauben in Mißcredit zu bringen. Artikel wie der unter der obigen Ueberschrift in jener Zeitung enthaltene, den sie etwas schüchtern, mit einigen Worten scheinbar sich entschuldigend, einleitet, dienen durchaus nicht zur

„Abklärung", sondern nur zur Verwirrung der Begriffe. Hätte doch unsere Collegin die Sätze, welche sie nicht unterschreiben will, wenigstens mit einem ? oder ! versehen, so wüßte man ihr Glaubensbekenntniß; aber man kann es vermuthen, weil sie rein wissenschaftliche Fragen, wie die über die Bewegung der Erde, immerfort noch mit dem „Christenglauben" in Verbindung zu bringen und zu ihrer Entscheidung „theologische Fachblätter" für geeignet hält. Will ein Blatt in der schweren Arbeit der Volksbildung einen würdigen Rang einnehmen, so muß es am Ende des 7. Dezenniums im 19. Jahrhunderte in seiner Weltansicht wol etwas weiter vorgeschritten sein, als der aufgenommene Artikel, welcher den nicht gebildeten Theil des Volkes durch eine Anzahl astronomischer, häufig aber ungenauer oder längst völlig widerlegter Behauptungen für sich einzunehmen sucht.

Um der Erde den Anspruch auf den Mittelpunkt der Welt zu retten, stellt der Verf., nachdem er sie, auf Autoritäten gestützt (**horribile auditu!**), „den pneumatischen Mittelpunkt der Welt" genannt hat, in sophistischer Weise die Behauptung auf: „die Erde ist der geistige Mittelpunkt der Welt", um welche sich „auch die Sonne, geistig verstanden, bewegt".

Für den Verfasser gibt es noch zwei Klassen „persönlicher Geschöpfe: die Engel und die Menschen". Erstere waren schon „als Gott die Erde gründete". „Die letzteren aber sind das vorzüglichste Geschöpf und dieses muß auch den vorzüglichsten Weltkörper zu seinem Wohnsitze haben." „Die Schöpfung wurde in pyramidaler Form: Himmel und Erde bildeten die Basis der Pyramide."

Mit solchen abgeschmackten Phrasen glaubt man im Volke, was man freilich noch für sehr dumm zu halten scheint, Kapital machen zu können. Ferner wird dem Volke gesagt, daß „die Materialisten den Geist leugnen" und die Rationalisten lehren, „die Seelen der Verstorbenen lebten in den Fixsternen". Sofort aber ruft der Verfasser aus: „Thorheit! Die Menschen sind für

die Erde geschaffen und diese für die Menschen." Das klingt freilich sehr materialistisch.

Daß die Fixsterne, welche unserer Sonne gleichen, bewohnt oder bewohnbar seien, hat wol noch kein vernünftiger Mensch behauptet; wenn aber der Verfasser mit großer Zuversicht sagt, daß es bei den Fixsternen keine planetarischen, d. h. nicht selbst leuchtenden Körper gibt: so kennt er nicht, was die Astronomie von den Doppel- und mehrfachen Sternen mit Sicherheit weiß. Diese dunklen Glieder der Doppelsterne sind allerdings nicht zu verwechseln mit solchen planetarischen Körpern, wie sie zu unserer Sonne gehören. Dergleichen, meint er, gibt es bei den Fixsternen nicht und gäbe es solche, so fände auf ihnen kein Wechsel von Tag und Nacht (keine Axendrehung), von Sommer und Winter, von Hitze und Kälte (keine schiefe Lage der Axe gegen die Bahn) statt. Das Alles weiß der Verfasser ganz sicher, obwohl naturgesetzlich das Gegentheil nicht nur wahrscheinlich, sondern nothwendig ist, obwohl wir wegen der immensen Entfernung der Fixsterne von uns und untereinander (dem Verfasser stehen sie nahe zusammen) durch das Fernrohr nie werden eine Entscheidung herbeiführen können. Der Verf. spricht allen Himmelskörpern, auch den sämmtlichen übrigen Planeten, außer der Erde, die Bewohnbarkeit rundweg ab, obwohl es Thatsache ist, daß die Verhältnisse auf der Venus und dem Mars fast genau so, wie auf unserer Erde sind. Solche Untersuchungen passen dem Verfasser nicht in dem Kram. Es ist aber nicht blos durch die Spectralanalyse festgestellt, daß die Stoffe, aus denen die übrigen Weltkörper bestehen, keine anderen sind, als die auf unserer Erde befindlichen; aus den auf die Erde fallenden Meteorsteinen, welche nach einem früheren Artikel dieser Zeitung in Nr. 52 und 58 Fragmente des zwischen Mars und Jupiter vorhanden gewesenen Planeten sind, wissen wir sogar, daß sie auch organische Bestandtheile besitzen (z. B. die Meteoriten vom 15. März 1806, 13. Oktober 1838, 27. April 1857, 14. Mai 1864, 25. August 1865),

und daß die in ihnen vorkommenden Krystalle ganz nach denselben Grundgesetzen gebildet sind wie bei uns.

Die sogenannte christliche Demuth erscheint in einem widerwärtig prahlerischen Gewande, wenn man die Erde, dieses Staubkorn im Weltall, auf jede nur irgend auffindbare Weise als seinen Mittelpunkt hinzustellen und so das Volk zu täuschen sucht. Das Bedürfniß, die Schulen der Verfinsterung zu entreißen, tritt immer mächtiger an uns heran.

Das Folgende bezieht sich auf den am 8. Dezember 1868 von Dr. Carl Schöpffer im Englischen Hause zu Berlin gehaltenen

Vortrag
über praktische und theoretische Astronomie.

Berlin! Hut ab! Denn Du birgst in Deinen Mauern einen Astronomen, wie ihn die Welt von den ältesten bis zu den neuesten Zeiten noch nicht gesehen hat, nämlich den Dr. C. Schöpffer. „Wisse, daß die Sonne kein Körper, sondern eine Flamme ist! Wisse, daß die Fixsterne electrische Funken sind! Die Astronomen wissen gar nichts über Größe und Entfernung der Himmelskörper; sie schwindeln dem dummen Volke nur etwas vor, und die Bewegungen der Planeten, die am Himmel hin und her gehen, richten sich gar nicht nach dem Kopernikanischen Systeme. Es gibt zwei Sorten von Astronomen: die praktischen, deren Geschäft es ist, aus den Beobachtungen die Zeiteintheilung zu bestimmen, und die theoretischen, welche aus der Annahme von so und so viel unbekannten Größen, die sie sich willkürlich zurechtlegen, etwas auffinden, was ihnen gerade in den Kram paßt. Die vielen Be-

schäftigungen mit endlosen Zahlen, eine für den Verstand sehr gefährliche Arbeit, hat sie geradezu verrückt gemacht. Sie gehen auch darauf aus, das Volk mit ihren sogenannten populären Astronomien zu täuschen, dumm zu machen, denn ein dummes Volk läßt sich leichter regieren und man entwickelt dabei einen wahrhaft fanatischen Eifer.

Wenn die theoretischen Astronomen die Erde um eine feste Achse und zugleich um die Sonne sich bewegen lassen, so bedenken sie dabei gar nicht — denken ist überhaupt nicht ihre Sache —, daß sie nur auf der einen Hälfte ihrer Bahn vorwärts käme, auf der anderen zurückgehen müßte, denn das sieht jeder Schuljunge ein, daß ein Körper nicht vorwärts kommt, wenn eine Kraft ihn hinzieht, die andere aber zurück, wie eine Lokomotive, die auf einer glatten Eisbahn ihre Räder dreht und zugleich rückwärts gezogen wird. Dazu kommt, daß jeder Punkt des Erdäquators täglich einen Weg von 5400 Meilen, jährlich einen von 365 mal 5400 Meilen oder 1,971,000 Meilen zurücklegen müßte, was mit den Rechnungen der Herren Astronomen gar nicht übereinstimmt. Kopernikus hat selbst sein System verworfen und es ist nur einem fanatischen Anhänger desselben gelungen, den fast Sterbenden zur Herausgabe seines Buches zu verleiten. Es ist noch keinem Kopernikaner gelungen, die Bewegung der Kometen auf ihren geraden Bahnen in Uebereinstimmung zu bringen mit der Bewegung der Erde um die Sonne u. s. w. u. s. w."

Durch ein der Wahrheit hohnsprechendes Transparent über die Bewegung des Mondes und der Erde sollte den Zuhörern das Kopernikanische System lächerlich gemacht werden. Ueberhaupt ließ Hr. Sch. eine ganze Reihe von Verdrehungen oder Fälschungen von Aussprüchen berühmter Astronomen einfließen und es blieb auch nicht einer übrig, den er nicht in der empörendsten Weise mit Schmutz beworfen hätte, um sich allein in seiner ganzen Glorie zu zeigen.

Man confiscirt Bücher, die man für gefährlich hält; schade

daß man nicht einen Menschen confisciren kann, welcher gefährlich ist, wenn auch schwerlich in Berlin, doch in den kleineren Provinzialstädten und auf dem Lande.

Der Vater des Erdestillstandssystems war natürlich auch als Zuhörer erschienen und wol ²/₃ der Zuhörerschaft von etwa 70 Personen schienen untereinander sehr bekannt. Einige aber, es sei ihnen zur Ehre gesagt, zeigten wiederholt ein bedenkliches Kopfschütteln.

Zustand der Polarzonen.

Die Entwickelung der Wärme auf der Erde ist unter übrigens gleichen Umständen nicht blos von dem Winkel abhängig, unter welchem ihre Strahlen den Horizont eines gewissen Ortes treffen, sondern auch von der Länge der Zeit, in welcher eine ununterbrochene Einwirkung derselben stattfindet, von der Beschaffenheit der Atmosphäre während dieser Zeit, und von dem Zustande der Erdoberfläche an dem Beobachtungsorte.

Bekanntlich wächst mit zunehmender geographischer Breite die Dauer des längsten Tages in bedeutendem Maße, z. B.

für die geographischen Breiten von

70 Gr.	75 Gr.	80 Gr.	85 Gr.	90 Gr.

beträgt die größte Länge des Tages:

3 Mon. 3 T.	3 M. 12 T.	4 M. 12 T.	5 M. 7 T.	6 M.

Daraus folgt, daß die während der Dauer der längsten Tage entwickelte Gesammtwärme, so wie das dabei erreichte Maximum, nicht in gleichem Maße abnehmen kann, als die Breite der betreffenden Orte zunimmt, ungeachtet die Sonne am längsten Tage des Jahres mittags um 12 Uhr, und für die Orte, denen sie binnen 24 Stunden gar nicht mehr untergeht, in der Mitte der Zeit zwischen dem Erscheinen und Verschwinden, immer weniger hoch über dem Horizonte steht.

Die Wärme wächst durch verlängerte Dauer der Einwirkung

durch die Sonne bis zu einer gewissen Gränze in einem höheren Grade, als sie durch die Verkleinerung des Neigungswinkels der Sonnenstrahlen gegen den Horizont abnimmt.

Bekanntlich bleibt die Sonne, oder vielmehr ihr Mittelpunkt, abgesehen von der Strahlenbeugung (Refraktion) und der ungleichen Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, ein halbes Jahr über dem Horizonte, indem sie für den Nordpol in unserem Frühlingsvierteljahre scheinbar in einer von Osten nach Westen gerichteten Spirale vom Horizonte an aufwärts, im Sommervierteljahre abwärts geht.

Wenn der Punkt ihrer größten Höhe auch nur 23½ Grade erreicht, so ist es doch unendlich wichtig, daß ihre Einwirkung durch eine nächtliche Abkühlung während eines halben Jahres gar nicht unterbrochen wird. Die Wärme erfährt also im ersten Vierteljahre eine ununterbrochene Steigerung, im zweiten eine langsame ununterbrochene Abnahme. In unseren mittleren Breiten steht die Sonne am kürzesten Tage mittags 12 Uhr auch sehr niedrig, z. B. in Antwerpen nur etwas über 12 Grade über dem Horizonte.

Dazu kommt für das innere Polargebiet ein nicht unwesentlicher Umstand. In den mittleren geographischen Breiten tritt nämlich der Anfang und das Ende der Morgen- und Abenddämmerung ein, wenn die Sonne 18 Grade unter dem Horizonte ist. Weil aber die Atmosphäre wegen ihrer sphäroidischen Gestalt über dem Erdäquator am höchsten ist und dieser für jeden Pol im Horizonte liegt, so muß die Morgendämmerung für die Pole früher beginnen und die Abenddämmerung später enden als bei uns. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse beschränkt sich die vollkommene Nacht bei wahrscheinlich sehr bedecktem Himmel und gewiß ohne Erhellung durch Polarlichter auf etwa 38 Tage, welche freilich einen der trostlosesten Zustände darbieten mögen. Wie es eine Licht- so gibt es eine Wärmedämmerung.

Obwohl jeder Ort auf der Erde ungeachtet der ungleichen

Vertheilung der Zeitdauer für die Tage und Nächte auch ein halbes Jahr Nacht hat, so drückt doch die namentlich in geringeren Breiten während der Nacht sehr bedeutende Ausstrahlung den Wärmegrad sehr herab.

Wie bei uns der höchste Wärmegrad an der Erdoberfläche nicht mit dem höchsten täglichen und jährlichen Stande der Sonne über dem Horizonte eintritt, sondern später (der tägliche erst gegen 2 Uhr nachmittags), so wird auch am Pole, und überhaupt in der Polarzone, die höchste Wärme erst gegen das Ende des Juli, vielleicht erst im August erreicht werden.

Ob die letzten 10 Grade der Polarzone nur Wasser enthalten, wie nach den bisherigen Entdeckungsreisen und der großen Meerestiefe von etwa 4700 Metern in der Nähe des Cap Independence an der Nordküste Grönlands unter 81° 5′ nördlicher Breite vermuthet werden darf, oder ob noch Land vorhanden ist, wie man daraus entnehmen könnte, daß die in früheren geologischen Epochen wirksam gewesenen polaren Meeresströmungen Grönland zumtheil bis auf die Steinkohlen herab entblößt haben, läßt sich rein theoretisch nicht ermitteln. Berücksichtigt man aber, daß namentlich im Stillen Oceane die Meerestiefe vom Aequator nach den Polen hin zunimmt, so möchte man dafürhalten, daß die bei der Axendrehung der Erde wirksame Fliehkraft schon sehr früh die zur festen Kruste bestimmten Massen nach dem Aequator hingetrieben habe und daß somit die Polarzone überwiegend Wasser enthalten werde.

Ist aber Wasser vorhanden, wie es nach allen Umständen wahrscheinlich ist, so wird dieses als ein sehr schlechter Wärmeleiter die Wärme im ersten Vierteljahre des halbjährigen Tages zwar langsam annehmen, sie aber auch um so länger festhalten und in einem großen Theile des zweiten Vierteljahres steigern. Dazu kommt noch, daß nach der von der ersten deutschen Expedition gemachten Entdeckung ein Zweig des Golfstromes im Nordwesten von Novaya-Zemblya unter das Polarwasser dringt. Da dieses

doch wol, wenn wir von dem Salzgehalte des Wassers absehen, bei einer Temperatur von 4 Grad C., dem Grade seiner größten Dichtigkeit, geschieht, so trägt er zum Warmhalten des Polarmeeres auch bei. Schon Parry und Scoresby fanden in der Nähe Spitzbergens eine Fortsetzung des Golfstromes mit einer Temperatur bis zu 4 Grad C. (39 Gr. F.). Diese Warmwasserströmungen beweisen selbst ihren Ursprung, indem sie Theile tropischer Gewächse mitsich führen. So z. B. wird die große Bohne der Mimosa scandens an den Küsten Islands, Norwegens und anderwärts angeschwemmt gefunden.

Berücksichtigt man ferner, daß die aus einem Meere von einer inbeziehung auf die Luftkälte so milden Temperatur auch noch in der Winternacht aufsteigenden Dünste einen trüben Himmel bewirken müssen, und daß dieser der Ausstrahlung der Erdwärme hinderlich ist; so kann das Polarmeer auch während der halbjährigen Winternacht nicht sehr abkühlen und wird somit den größten Theil des Jahres eisfrei sein, besonders wenn es einige Tiefe besitzt.

Dazu kommt endlich noch, daß nach meiner in der Schrift „Die Entstehung der Welt und die Einheit der Naturkräfte. Populäre Kosmogenie, Berlin 1870" wissenschaftlich näher begründeten Ueberzeugung die innere Erdwärme innerhalb der Polarzone in einer geringeren Tiefe beginnt, als in kleineren geographischen Breiten, woraus ich u. a. den außerordentlichen Reichthum der Thierwelt des Polarmeeres ableite.

Für das Warmbleiben des Wassers in größeren Tiefen sind zwei physikalische Thatsachen maßgebend: nämlich daß Wasser von + 9 Gr. C. ziemlich dasselbe spezifische Gewicht hat, wie das von 0 Gr. und daß das von + 4 Gr. C. das größte besitzt.

Der bisher noch gar nicht gewürdigte Sachverhalt ist folgender.

Das Eis gibt dem Wasser unmittelbar darunter, wenn wir auf seinen geringen Salzgehalt nicht Rücksicht nehmen, eine

Temperatur von 0 Gr. Die innere Wärme der Erde gibt dem Wasser am Meeresboden eine höhere Temperatur und bewirkt ein Aufsteigen des warmen Wassers. Hat das nachoben steigende Wasser bis auf + 9 Gr. C. sich abgekühlt, so wird es am weiteren Steigen durch das Fallen des Wassers darüber in der Schicht zwischen 9 Gr. C. und 4 Gr. C. verhindert, denn dieses wird um so schwerer, je mehr es sich von + 9 Gr. C. bis + 4 Gr. C. abkühlt. Es bildet sich also durch das gradlinige Entgegenkommen des Wassers zwischen diesen Temperaturgränzen eine Schicht des Gleichgewichtes. Die darüber liegende Wasserschicht von + 4 Gr. C. bis 0 Gr. ist aber eine solche, in welcher das Wasser weder aufsteigt noch sinkt, weil es mit der nachoben abnehmenden Temperatur leichter wird. Es kann also die Kälte in ihr vonoben herab nur durch eine sehr langsame Mittheilung sich geltend machen, ohne daß sie in den Verhältnissen der Temperatur der tieferen Schichten eine wesentliche Veränderung hervorbringt, oder eine lebhafte Bewegung gestattet.

Da die Schwungkraft innerhalb der Polarzone selbst nicht sehr stark wirkt, so wird das warme Wasser durch bedeutende Strömungen auch nicht fortgeführt und durch kälteres Wasser aus dem Eisgürtel ersetzt. Es entwickelt sich also unter solchen Verhältnissen in einer Tiefe von 50 bis 60 Metern, wo auch erst das Meeresleuchten als ein freiwilliger Akt verschiedener Thiere stattfindet, in einer außerordentlich milden und gleichmäßigen Temperatur des Meeres eine fabelhaft reiche Thierwelt. Der früher verbreitet gewesene Irrthum, daß organisches Leben in großen Meerestiefen wegen des bedeutenden Wasserdruckes nicht bestehen könne, ist in der neuesten Zeit durch zahlreiche Thatsachen fürimmer widerlegt.

Wenn an einzelnen Stellen z. B. im Ochotzkischen Meere auch in größeren Tiefen bis zu 190 Metern eine Temperatur bis zu — 1¼ Gr. C., ja sogar bis — 2½ Gr. C. gefunden wurde, so kann dieses nur von einer kräftigen örtlichen Strömung

herrühren, ebenso wie die niedrigen Temperaturen von 7 Gr. und 7 1/2 Gr. C. in den größeren Tiefen der tropischen Meere bei einer an der Oberfläche hohen Wärme, die nie unter 19 Gr. C. sinkt. Imallgemeinen ist hier das Meer über Untiefen kühler, weil es weiter von der Wärmequelle des Erdinneren entfernt ist.

Für die oben aufgestellte und begründete Ansicht, daß es in der Polarzone ein Binnenmeer gibt, und daß es, wenigstens einen großen Theil des Jahres, wahrscheinlich schon von Ende des Juli an, vollkommen eisfrei ist, sprechen noch zwei ganz bestimmte Erfahrungen, nämlich daß das Eis um so poröser und dünner wird, je weiter man in hohe Breiten, etwa vom 80. Grade an, nach Norden vordringt, und daß die nördlichen Winde dort stets wärmer sind als die östlichen und westlichen, namentlich wenn dieselben vom Lande herwehen.

Das Auffinden ganzer Herden von Bisamochsen und Rennthieren durch die erste deutsche Expedition in hohen Breiten Grönlands kann nur entweder davon herrühren, daß es in jenen Gegenden Oasen gibt, in welchen die innere Erdwärme einigermaßen ausströmt, oder daß Grönland theilweise bis in das Innere der wärmeren Polarzone reicht, oder vielleicht auch von beiden Umständen. In der ersten Beziehung habe ich in meiner populären Kosmogenie S. 194 eine Anzahl solcher wunderbar schöner Punkte mit einer lachenden Vegetation im Sommer angegeben.

Das Vordringen nach dem Nordpole scheint, wie ich es schon vor einer Reihe von Jahren ausgesprochen habe, ammeisten Aussicht auf Erfolg darzubieten, wenn man erst gegen Ende des Juli oder zu Anfange des August auf der Westseite von Novaya-Zemblya aufbricht, weil seine Westseite wärmer ist als die Ostseite Grönlands und weil dort die Nord-, die Ost- und Nordostwinde das Eis wegfegen, während die Ostküste des letzteren mit Packeis inderregel reichlich versorgt ist.

Hätte die zweite deutsche Expedition unter Kapitän Koldewey im Juli 1869 sich nicht zuweit westlich gewendet, so würde es

ihr wol gelungen sein, den Eisgürtel zu durchbrechen oder zu vermeiden, da mit dem Ende des Juli nicht nur die Westküste von Novaya-Zemblya, sondern auch das ganze Karische Meer eisfrei war.

Nach dem Südpole ist man zwischen 170 Gr. östlicher und 160 Gr. westlicher Länge (Greenwich) amweitesten vorgedrungen und zwar Kapitän Roß im Februar 1842 bis 78° 11' unter 161° 27' w. L. Von den Ostseiten der drei Kontinente aus gehen Warmwasserströmungen nach dem Südpole hin, welche dem um den Polarkreis zwischen 60 Gr. und 74 Gr. sich hinziehenden Packeisgürtel nach dem Pole hin vorschieben. Diesen zu erreichen, möchte unter 70 Gr. öst. L. wol die meiste Aussicht sein.

Die Erdbeben.

Wenn unsere Mutter Erde in ihrem Inneren nicht selten heftig erbebt und dadurch ihre eigenen Gebilde auf der Oberfläche in wenigen Secunden weit und breit zerstört, wenn sie dabei vielen Tausenden von Menschen nicht blos ihre Wohnsitze vernichtet, sondern ihnen auch das Leben raubt, wenn sie diesen durch das völlig Unerwartete, Geheimnißvolle und Grauenhafte der Erscheinungen wenigstens unsägliche Angst einflößt; so wird es gerechtfertigt erscheinen, wenn wir diesen Naturereignissen eine wissenschaftlich etwas eingehendere Betrachtung widmen. Da ich ihnen in einer sehr umfänglichen und eingehenden Weise meine Aufmerksamkeit bisher gewidmet habe (u. a. erwähne ich einen Artikel in „Unsere Zeit", Aprilheft von 1869), so meine ich in der Lage zu sein, eine den Thatsachen und Ansprüchen der Wissenschaft zugleich genügende Erklärung geben zu können.

Bei der aufzustellenden Theorie liegt, wie in so vielen anderen Fällen, die Wahrheit nicht in den Extremen. Die Erdbeben sind nicht blos vulkanischen, sie sind auch nicht blos tiefplutonischen Ursprunges, sondern sie sind beides, allerdings in einzelnen Fällen mehr das Eine oder mehr das Andere.

Wir kommen bei der überwältigenden Fülle des Materials amleichtesten zum Ziele ohne uns in umständlichen Wiederholungen ergehen zu müssen, wenn ich zuerst die Grundlage für den Aufbau

ebne, d. h. wenn ich die jetzige Beschaffenheit des Erdkörpers zunächst und dann die bei den Erdbeben wirksamen Kräfte angebe; denn nur so finden die sonst räthselhaften und blos unser Erstaunen inanspruch nehmenden Vorgänge sofort ihre sachgemäße Erklärung, und wir haben nicht nothwendig, immerfort zu den letzteren zurückzugreifen, wie es geschehen müßte, wenn wir den umgekehrten Weg einschlügen.

Naturereignisse erhalten für jeden Gebildeten nur dann einen höheren wissenschaftlichen Werth, wenn wir dieselben auf naturgesetzliche Gründe zurückzuführen vermögen. Wollen wir für unsere Erscheinungen eine feste Grundlage finden, so dürfen wir uns nicht an kleinliche und oft zufällig dabei eintretende Ereignisse anklammern, sondern müssen sie im Großen und Ganzen auffassen und allgemeine Gesichtspunkte zu gewinnen suchen.

Die bei einer großen Anzahl von Erdbeben vorkommenden Erscheinungen sind in der ungezwungensten Weise erklärlich, wenn wir zunächst an dem festhalten, was ich in einem früheren Artikel behauptet und auch bewiesen zu haben meine, nämlich: alle Weltkörper, welche in einem glühend flüssigen Zustande als Ganzes oder auch als ein selbstständiger Theil eines Ganzen auftraten und dabei eine selbstständige Drehung um eine durch sie gehende Axe annahmen, müssen Hohlkugeln geworden sein.

Die Erde entspricht durchaus den Bedingungen dieses Zustandes. Gehen wir aber weiter.

Die Erde mit ihrer ursprünglichen Eigenwärme von mehr als 6000 Graden hat nach gewaltigen, durch sehr viele Millionen von Jahren fortgesetzten Kämpfen an dem 273 Gr. C. kalten Weltraume bereits eine solche Abkühlung erfahren, daß für ihre Oberfläche bis auf eine Tiefe von 20 bis 25 Metern, je nach der geographischen Breite, die Sonne ihr fast einziger Wärmespender ist. Vondaan, wo die Temperatur eine sich stets gleichbleibende ist, wächst die Wärme nach dem Erdinneren anfänglich mit je 28 bis 30 Metern um 1 Gr. C., mit wachsender Tiefe

aber wegen der schützenden Decke schneller, so daß das Innere in nicht sehr großer Entfernung von der Erdoberfläche heute noch in einem glühend flüssigen Zustande sich befindet. Die bei Vulkanen angestellten Betrachtungen machen es wahrscheinlich, daß deren Krater bis auf eine Tiefe von nur 5 oder 6, höchstens 8 englische Meilen herabreichen; das eigentliche, die ganze innere Fläche der Hohlkugel auskleidende Feuermeer liegt freilich tiefer.

Wie das Eis auf Wasser, so schwimmt die feste Erdkruste mit allen ihren großen und kleinen Wasserbehältern und Wasseradern auf diesem Feuermeere. Wenn also die inneren Gluthmassen durch irgendwelche Umstände, auf die wir noch kommen werden, in Bewegung gerathen, so kann es nicht fehlen, daß dieselben sich an der daraufgelagerten Erdkruste abspiegeln. In Bruchgegenden kann man die Beobachtung leicht machen, wie die auf dem Wasser schwimmende, oft sehr üppige Vegetationsdecke bei einer vorgenommenen Erschütterung eine wellenförmig sich fortpflanzende Bewegung zeigt. Treffen die Wellen auf Hindernisse, so nehmen sie eine rückgängige, unter Umständen auch wol eine wirbelartige Bewegung an. Es ist höchst wahrscheinlich, daß an der vielfach zernagten und zerklüfteten Basis der Erdrinde solche Hindernisse vorhanden sein werden.

Außerdem aber ist noch der Zustand der ganzen Erdkruste selbst zu berücksichtigen. Als sie noch nicht so stark war, kamen aus Spalten derselben gewaltige Durchbrüche der schmelzflüssigen inneren Massen vor; später, als sie dicker geworden war, bohrten diese Massen und die eingeschlossenen Gase sich eine große Anzahl von trichterförmigen Oeffnungen gewissermaßen als Sicherheitsventilen gegen das Zerspringen. Die Anzahl dieser natürlichen Abzugskanäle, nämlich der Vulkane, hat aber mit zunehmender Dicke der Erdkruste nachundnach abgenommen.

Ferner sind die kugelförmigen, also für einen bestimmten Ort horizontal sich zeigenden Schichten der festen Erdkruste, die wie Jahresringe eines Baumes übereinander gelagert erscheinen,

durch die Hebungen vonunten vielfach aus ihrer Lage gerückt, ja übereinander geworfen worden, so daß ältere Gebilde häufig über jüngeren liegen. Dadurch und auch durch Auswaschungen haben sich viele Hohlräume, namentlich unter Gebirgszügen und vorzüglich unter Gebirgsstöcken gebildet. Daß solche Hohlräume sich mit brennbaren, durch chemische Prozesse entwickelten Gasen füllen, wie es ungeachtet aller Ventilationen in den Bergwerken mit den sogenannten schlagenden Wettern stattfindet, ist durchaus nicht befremdlich. Es bedarf also nur einer Veranlassung zu deren Entzündung, um die gewaltigsten Detonationen zu erhalten. Von der ungeheuren Kraft derselben vermag man sich nur eine schwache Vorstellung zu machen, wenn man auch weiß, daß z. B. eine angezündete Knallgasblase von kaum drei Centimeter Durchmesser den Knall eines abgeschossenen Gewehres gibt. Die eingeschlossenen Gase können abgebrannt werden entweder durch electrische Funken, welche sich bei diesen Prozessen entwickeln, oder durch die in die Hohlräume dringenden glühenden Massen. Beides geschieht bei den noch thätigen Vulkanen, letzteres vorzüglich bei den bereits erloschenen, deren abgeschlossene Kraterbasis durch die andrängende innere Gluth zeitweise endlich zernagt wird. Die Erschütterungen können sich wiederholen, theils wenn noch andere benachbarte Zwischenräume durchbrochen werden, theils wenn der Zugang durch die im Erstarren begriffenen Massen zeitweise gesperrt ist, so daß die Hohlräume in den Zwischenzeiten mit Gasen sich wieder gefüllt haben.

Es ist klar, daß auch von einem örtlich beschränkt auftretenden Erdbeben die Erschütterungen in der festen Erdkruste mit abnehmender Stärke sich sehr weit fortpflanzen werden, gleichwie man das Ticken einer Taschenuhr auf dem einen Ende eines langen Brettes am anderen beim Auflegen des Ohres leicht hört. Am 10. September 1868 machte sich auf Malta morgens 4 Uhr 45 Minuten mittlerer Zeit, was für die Sternwarte zu Pulkowa 5 Uhr 48 Minuten Sternzeit ist, ein Erdstoß bemerklich. Hier

trat um 5 Uhr 55 Minuten, also 7 Minuten später, an der Luftblase der Libelle des Passageinstrumentes eine starke unruhige Bewegung ein. Auch als später ein Erdbeben die Stadt Taschkend zerstörte, wurde die Bewegung selbst in dieser großen Entfernung an demselben Instrumente wahrgenommen.

Es ist ferner nothwendig und wird auch durch alle Erfahrungen bestätigt, daß die Schwankungen um so bedeutender sind, in einem je höheren Standpunkte sie wahrgenommen werden, was sich selbst auf die Beobachtungen unter der Erdoberfläche bezieht.

Die Verbreitungsweise ist meistens eine wellenförmige und folgt in Wiederholungsfällen häufig den Gebirgszügen mit ihren inneren Höhlungen; in manchen Fällen gehen diese Bewegungen zwischen gewissen Gränzen hin und her (am 18. August 1868 bei Tacna, am 17. November bei Bonn, am 20. November und 10. December im kaukasischen Distrikte Kussary, den 16. und 17. December in Ungarn), so daß eine schaukelnde Bewegung sogar von Inseln eintritt (am 4. September 1868 die Chinchainseln, am 9. und 12. November die Vancouverinseln); bei vielen Erdbeben zeigt sich an ihrem eigentlichen Ausgangspunkte ein lothrechter Stoß, vonwoaus dann Wellen gehen (am 17. November 1868 von Bedburg an der Erft in der Nähe von Bergheim in einem Strahlenkreise von 5 bis 7 Meilen); in nicht wenigen Fällen ist mit Entschiedenheit eine drehende Bewegung des Erdbodens nachgewiesen. (Am 20. Februar 1818 auf Sicilien, bei dem Erdbeben von Catana wurde u. a. eine Steinmasse um 25 Grade gedreht, am 29. Februar 1820 auf Zante, am 19. November 1822 als Valparaiso theilweise zerstört wurde und wobei Häuser gedreht und drei Palmen wie Weidenruthen umeinander geschlungen wurden.)

Inbetreff des Verbreitungsgebietes der Erdbeben überhaupt ist zu bemerken, daß sie in allen Zonen der Erde auftreten, ohne sich durch Thaleinschnitte und Tiefebenen oder durch Gebirge, selbst wenn sie Urgebirgsmassen enthalten, auch nicht

durch Flüsse, Seen und Meere in ihrer Verbreitung hindern zu lassen. Sie entstehen nicht blos in der Nähe thätiger oder ausgebrannter Vulkane, sondern sogar häufig weit entfernt vom Festlande unter dem Meeresboden. (1816 wurde 270 Seemeilen westlich von Lissabon ein Krachen unter dem Meeresspiegel gehört und 1868 den 13. August 600 Seemeilen westlich von der südamerikanischen Küste.)

Abgesehen davon, daß Erdbeben überall auf der Erde erschienen sind, jetzt freilich in weiten Ebenen mit tiefgehenden Setzungsschichten oder Schwemmland (Sibirien, europäisches Rußland) kaum noch; ist es wichtig festzuhalten, daß das Verbreitungsgebiet auch einzelner Erdbeben bisweilen ein außerordentlich weites ist. Das vom 1. November 1755, welches Lissabon zerstörte, ergriff mindestens den dreizehnten Theil von der ganzen Erdoberfläche (Antillen, Ontariosee, Grönland, Island Norwegen, Schweden, Deutschland, Schweiz, Frankreich, Spanien Marokko, Fez, Tetuan). Die Erdbeben in den Jahren 1868 und 1869, namentlich die ersteren, verschonten keinen Theil der Erde und traten an verschiedenen Orten fast gleichzeitig auf. Dabei ist es für Enträthselung dieser Erscheinungen höchst wichtig, die vielfach aufgetretenen Thatsachen festzuhalten, daß auch in großen Entfernungen von ihnen noch nicht erstorbene Vulkane ihre Ausbrüche begannen oder längst erstorbene zu neuer Thätigkeit erwachten. (Beim Erdbeben von Arequipa am 13. August 1868 gerieth der Vulkan Tutupaca bei Candaravo in Thätigkeit.)

Es ist unmöglich, solche Thatsachen blos auf örtliche, durch Vulkane hervorgebrachte Erbebungen zu beziehen; es zeigt sich vielmehr schon in ihnen ein tiefplutonischer Zusammenhang, welcher allein durch die schmelzflüssigen Massen im Erdinneren hergestellt wird.

Wir werden aber noch mehr auf eine solche Quelle für viele Erschütterungen des festen Gerippes der Erde hingewiesen durch die mit bedeutenden Erdbeben an den Westküsten der Kontinente

auftretenden ungeheuren Meereswellen. So stieg z. B. im Jahre 1586 bei dem großen Erdbeben von Lima die Flutwelle im Hafen von Callao bis auf 26 Meter (84 Fuß). Am 7. Juni 1692 wurde auf Jamaika durch die vom Meere aus zurückstürzende Welle eine große Fregatte mitten unter die Häusertrümmer von Kingston niedergesetzt. Bei dem Erdbeben von 1693 auf Sicilien, welches Syrakus zerstörte, schien es den Fischern fern vom Lande, als würden sie vom Ufer abgestoßen oder von einer unsichtbaren Kraft ins Meer hinausgezogen; bald darauf wich das Meer vom Lande so schnell zurück, daß Fische auf dem entblößten Grunde liegen blieben, ohne daß dieser sich gehoben hätte, und dann stürzte sich eine hohe Flutwelle zurück über das Ufer nach der Stadt und Citadelle. Am 20. Februar 1818 war dort eine ähnliche Erscheinung. Am 18. October 1746 strandeten in Lima mehre Schiffe eine Stunde landeinwärts, nachdem sie durch die Welle über die vernichtete Stadt Callao waren getragen worden. — Bei dem Erdbeben vom 1. November 1755 soll eine 19 Meter (60 Fuß) hohe Flutwelle sich vor Cadix aufgethürmt haben. Im Jahre 1783 bei dem Erdbeben von Calabrien, 1822 (12. November) von Valparaiso ist die Entstehung solcher mit bedeutenden Erdbeben zugleich auftretenden Meereswellen festgestellt. Am 4. October 1860 bildeten sich in der Nähe von Gilolo bei völlig glatter See 10 bis 12 Wellen, die sich durch ein dumpfes Rauschen ankündigten.

Im frischen Andenken stehen noch die mit dem 13. August 1868 an der Westküste Amerikas beginnenden Erdbeben und Meereswellen, wobei an 54,000 Menschen ihr Leben verloren und außerordentlich viel Eigenthum vernichtet wurde. Hier wich das Meer an manchen Stellen 125 bis 188 Meter (400 bis 600 Fuß) vom Lande zurück, so daß der Wasserstand mindestens um 4 Faden oder 7,5 Meter (24 Fuß) sank. Es nahm alle Schiffe mit unwiderstehlicher Gewalt mit sich fort, dabei thürmte es sich (vor Arica in Südperu) zu einer 16 bis 19 Meter (50

bis 60 Fuß) hohen Welle auf und diese stürzte sich mit so schrecklicher Gewalt auf das Land zurück, daß sie die größten Schiffe 282 bis 460 Meter (900 bis 1500 Fuß) hineinschleuderte, völlig umkehrte und meist zertrümmerte. Selbst von den 49 Schiffen an den Chincha-Inseln blieben nur 6 unbeschädigt. Es ist klar, daß wegen der Stauungen auf die erste Welle noch mehre (in diesem Falle fünf) mit abnehmender Höhe folgen müssen. — Auch bei der Stadt Islay sank und stieg das Meer wol bis zu 12 Meter.

Bei Pisko zog das Meer sich über 378 Meter (1200 Fuß) zurück und stürzte sich dann 190 Meter weit ins Land hinein. — Vor Iquique legte das zurückweichende Meer den vier Faden tiefen Meeresgrund bis zur vorliegenden Insel bloß, bildete eine 13 Meter hohe Welle, die beim Zurückkommen den ganzen unteren Theil der Stadt wegfegte.

Es ist nun für die Theorie der Erdbeben sehr wichtig, die gerade 1868 bei der an der westamerikanischen Küste entstandenen Erdbebenwelle angestellten Beobachtungen weiter zu verfolgen. Sie pflanzte sich nämlich durch den ganzen Stillen Ozean von Osten nach Westen, also der Axendrehung der Erde entgegengesetzt, bis nach den Ostküsten Australiens, Neuseelands und den anderen Inseln fort.

Die in Neuseeland ankommende Erdbebenwelle war ungeachtet ihres langen Weges noch so mächtig, daß sie an den Ostküsten, namentlich der Südinsel so wie auf den östlich gelegenen Chatham-Inseln ziemliche Verheerungen anrichtete. Auf den letzteren wurden mehre europäische Ansiedelungen und ein Dorf der Eingebornen ins Meer geschwemmt. In der kleinen Bucht der Halbinsel Banks geriethen die dort ankernden Schiffe beim Zurückgehen der Welle auf den Grund. Es drangen nacheinander vier hohe Wellen unter furchtbarem Getöse ins Land und richteten vielen Schaden an. — Auch an der australischen Küste, namentlich nördlich von Sidney z. B. im Hafen von Newcastle, war der Anprall der Welle ein sehr heftiger.

Es ist von einer außerordentlichen Tragweite für die Erforschung des Wesens der Erdbeben, die Geschwindigkeit der Fortpflanzung dieser Wellen zu ermitteln, um vielleicht einen Zusammenhang zwischen ihnen und den Mondflutwellen zu entdecken.

Es ist schon 1854 bei dem Erdbeben von Simoda festgestellt worden, daß die Geschwindigkeit mehr als 80 deutsche Meilen betragen haben muß.

In einem zu Melbourne in der Royal Society gehaltenen Vortrage ist dargethan worden, daß die Welle, welche am 15. August 1868 an die Küste von Neuseeland schlug, den Weg von 1475 deutschen (6894 englische) Meilen in 18 Stunden, also in einer Stunde fast 82 deutsche (383 englische) Meilen zurückgelegt hat.

Die Erdbebenwelle, welche von der peruanischen Küste am 13. August 5 Uhr 15 Minuten nachmittags aufbrach, erreichte Littleton (Lyttelton) auf Neuseeland am 15. August 5 Uhr 45 Minuten vormittags; aber wegen des Längenunterschiedes ist die Zeit 5 Uhr 15 Minuten nachmittags am 13. August für Littleton der 14. August 12 Uhr 32 Minuten mittags, so daß die Welle für die Zurücklegung des Weges von 1530 (1555?) deutschen Meilen etwa 19 Stunden 17—18 Minuten gebraucht, also eine Geschwindigkeit von 80½ Meilen in 1 Stunde gehabt hat. Dieses ist, wenn man die nicht immer absolute Genauigkeit der Uhren berücksichtigt, eine ziemlich nahe Uebereinstimmung mit den früheren Angaben.

Die Geschwindigkeit der Fortpflanzung von Wellen steht mit der Wassertiefe in einem solchen Zusammenhange, daß sich diese aus jener berechnen läßt. Ich füge hier einige Ergebnisse aus dem am 21. Januar 1869 vom Prof. v. Hochstetter an die Akademie der Wissenschaften zu Wien erstatteten Berichte bei.

Von Arika bis	Zeitdauer der Fortpflanzung. Stund.	Min.	Geschwindigkeit in einer Secunde.	Mittlere Meerestiefe in Faden.
Valdivia	5	—	284	1160
Chatam-Inseln . .	15	19	360	2212
Littleton	19	18	316	1555
Newcastle	22	28	319	1598
Apia (Samoagruppe)	16	2	358	2181
Hilo (Sandwichinseln)	14	25	329	3665
Honolulu	12	37	442 (429)	

In der zweiten Spalte sind die Zeiten angegeben, welche die Erdbebenwelle zur Fortpflanzung zwischen den in der ersten enthaltenen Orten und Arika gebraucht hat. Die Vergleichung der dritten und vierten Spalte ergibt das bemerkenswerthe, durch die wenigen im Pacifischen Ozeane bisher vorgenommenen Tiefmessungen anscheinend bestätigte Resultat, daß die Meerestiefe vom Aequator nach den Polen hin zunimmt, daß also die jetzt in einem festen Zustande vorhandenen Bestandtheile der Erde der Schwungkraft zuerst gefolgt sind.

Weil von Arika bis Newcastle 22, bis Apia 22, bis zu den Sandwichinseln 13½ Flutstunden liegen, so steht die Erdbebenwelle mit der Mondflutwelle in enger Beziehung. Die im Hafen von Sydney sorgfältig angestellten Beobachtungen haben es erkennen lassen, daß die Erdbebenwelle mit ihren wiederholten Rückprallen auf der Mondflutwelle sich in kleinen Erhöhungen geltend machte; denn auf jener von etwa 8 Fuß 9 Zoll Höhe entstanden in durchschnittlichen Perioden von 28 bis 29 Minuten, je nach den Pausen der an der Westküste Amerikas durch Rückprall hervorgebrachten Wellen, kleinere Schwankungen bis zu 1 Fuß 9 Zoll Höhe. (Am 15. August geschahen 48, am 16. 51, am 17. nur 31.)

Die Erdbebenwelle steht aber nicht in unmittelbarer, sondern

8*

nur in mittelbarer Beziehung zum Monde. Da wir die Basis der hohlen Erde mit einer schmelzflüssigen Masse bekleidet annehmen müssen, so wird auch auf sie, wie auf das Wasser der Erdoberfläche, die sogenannte Gravitation oder Anziehungskraft des Mondes wirken und sie zu einer Welle mit einem nach dem Erdmittelpunkte gerichteten Kamme ansammeln, die ihm gegenüber sich zu stellen sucht. Wäre die Erde eine Vollkugel, so würde ein solcher Erfolg unmöglich sein. Daß aber der Mond im Erdinneren, nicht wie auf der Erdoberfläche gleichzeitig zwei einander gegenüberstehende Flutwellen bilden kann, ist wol selbstverständlich. Weil das spezifische Gewicht der Glutmassen und überhaupt der tiefplutonischen Gesteine dreimal größer als das des Wassers ist, so scheint jene Glutwelle nur ein Drittel der Höhe der Wasserwelle erreichen zu können. Berücksichtigt man aber, daß der durch den Mond ununterbrochen bewirkten Ansammlung der Massen zu einer Welle kein Hinderniß als nur die Reibung an der festen Erdkruste entgegensteht, so kann und wird die Glutwelle eine größere Höhe bekommen.

Ich kann zugunsten der Annahme blos einer Glutwelle noch eine durch astronomische Messungen ermittelte Thatsache anführen, nämlich die, daß für einen bestimmten Ort die Polhöhe in einem Zeitraume von ungefähr 10 synodischen Monaten um etwa $^1/_{125}$ Secunden sich ändert. Dieses kann nur eintreten, wenn die Drehungsaxe der Erde nicht zugleich ihre Hauptaxe, d. h. diejenige Axe ist, welche durch einen seiner Lage nach unveränderlichen Schwerpunkt der Erde geht. Die beiden um 180 Grade einander stets gegenüberstehenden Wasserflutwellen auf der Erdoberfläche stören das Gleichgewicht nicht, wol aber muß es die eine innere Glutwelle thun.

Die nothwendige Wirkung dieser einen Welle ist, daß sie selbst durch die verhältnißmäßig dünne Erdkruste auf das Wasser der Erdoberfläche anziehend wirken und so die gefürchteten Erdbebenwellen bilden wird.

Es ist klar, daß unter dem allmälig sich summirenden Einflusse des Mondes und der Sonne zu den Zeiten des Neu- und des Vollmondes und um die Zeiten der größten Annäherung des Mondes an die Erde die glühend flüssigen Massen der inneren Welle eine bedeutendere Mächtigkeit erlangen werden, so daß sie unter der Einwirkung der Schwungkraft und unter Mitwirkung der Druckkraft der inneren abgesperrten Gase einen gewaltigen Druck auf die untere Seite der Erdkruste auszuüben fähig sind. Wie wenig übrigens das Wasser selbst bei der auf der Erdoberfläche fortschreitenden Welle eine von Osten nach Westen gerichtete fortschreitende Bewegung besitzt, ebenso wenig ist es bei der inneren Welle der Fall, denn nur die Ansammlung der Wellenbewegung schreitet fort.

Mit dieser Vorstellung meine ich eine große Reihe sonst räthselhaft bleibender Erscheinungen auf ihren wahren Grund zurückführen zu können.

Schon vor 12 Jahren hat Al. Perrey in Paris aus der Vergleichung der Zeit des Auftretens von mehr als 5000 Erdbeben mit dem Stande des Mondes und der Sonne ermittelt, daß Erdbeben vorzüglich zu den Zeiten des Voll- und Neumondes auftraten, und namentlich wenn der Mond kulminirte oder den höchsten Stand über dem Horizonte des betreffenden Ortes einnahm. Man kann überhaupt wol annehmen, daß auf 18 Sonnenfinsternisse 13 Erdbeben kommen, wenn auch nicht genau an demselben Tage, denn die innere Welle kann entweder kurze Zeit vorher schon die Basis der Kruste zernagt haben; oder es gelingt ihr bei der ununterbrochenen Drehung der Erde um ihre Axe erst einige Zeit nachher.

Außerdem hat Merian noch ermittelt, daß sogar die Entfernung der Sonne von der Erde auf die Häufigkeit der Erdbeben nicht ohne Einfluß ist, denn im Winter (und Herbste), also in der Sonnennähe, ist deren Anzahl größer als im Sommer (und Frühlinge) oder in der Sonnenferne. Auffallend ist es auch, daß

sie mehr in der Nacht als am Tage auftreten, vielleicht weil in dem Bestreben das Gleichgewicht der Wärme für den ganzen Erdkörper stets zu erhalten die innere Erdwärme nach der kälteren Nachtseite hingetrieben wird.

Ehe der festere Theil des Erdkörpers die jetzige schon etwas bedeutendere Dicke erlangt hatte, müssen die Erdbeben häufiger gewesen sein als jetzt, wofür auch die an so vielen Stellen gestörte gleichmäßige Ablagerung der Schichten und eine Menge ausgebrannter Vulkane den deutlichsten Beweis liefern; aber in späteren Zeiten werden sie mit weiterer Zunahme der Dicke des festen Bestandtheiles der Erde noch weniger häufig sein, und es werden noch längere Pausen eintreten. Noch vom 11. bis 15. Jahrhunderte sollen sie in der Schweiz viel häufiger und stärker gewesen sein, indem sie jetzt zu den Seltenheiten gehören.

Eine Bestätigung der obigen Annahme gaben die gewaltigen Erdbeben in den Jahren 1868 und 1869. Da nämlich während der Sonnenfinsterniß am 18. August 1868 der Mond uns so nahe kam, wie es äußerst selten der Fall ist und seine Anziehungskraft bekanntlich eine weit größere Flutwelle erzeugt als die Sonne es vermag; so darf es nicht befremden, wenn auch schon am 13. August das große Erdbeben an der Westküste Amerikas ausbrach, nicht befremden, wenn sich anhaltende Erbebungen in Gegenden mit ausgebrannten Vulkanen zeigten, indem die verschlossene Basis der früheren Krater schneller oder langsamer und wiederholt zernagt wurde, ferner wenn noch nicht erloschene Vulkane ihre Thätigkeit aufsneue begannen, wenn die Erdkruste fast in allen Ländern von diesen Bewegungen mehr oder weniger ergriffen wurde.

Am Vesuv hat sein unermüdlicher Beobachter Palmieri zweifellos festgestellt,*) namentlich im Mai 1855 und März 1868,

*) Palmieri, Luigi, Der Ausbruch des Vesuv vom 26. April 1872. Deutsch von C. Rammelsberg. Berlin 1872. Denicke's Verlag. Mit Abb. 15 Sgr.

daß die Lavaströme täglich sich zweimal verstärken, wobei die folgenden stärkeren Ausflüsse, wie bei den Wasserflutwellen, sich mehr und mehr verspäten, indem der Mond täglich um etwa 13 Grad östlich im Sinne der Axendrehung der Erde vorrückt, wobei die Welle ihm gegenüber bleibt, so daß ein Beobachter an einem bestimmten Orte bei der Axendrehung der Erde von Westen nach Osten täglich 49 Minuten später bei der Flutwelle anlangt.

Es gibt noch eine ganze Reihe auffallender, ja wunderbarer Erscheinungen, welche mir aus dem Auftreten der inneren Glutwelle allein erklärbar scheinen.

Am 21. Oktober 1868 zog sich bei ziemlicher Windstille und ohne irgend eine auffallende meteorologische Erscheinung das Meer aus dem Hafen von Kronstadt und Petersburg so zurück, daß der Wasserstand einige Zeit um 4 Fuß sank, ohne daß der Boden sich gehoben hat. Erst nach 24 Stunden trat der frühere Wasserstand wieder ein. Nach späteren Berichten war an demselben Tage ein bedeutendes Erdbeben in Kalifornien gewesen. Die Erklärung von diesem Zurückweichen ist jetzt nicht schwierig.

Da die Erde sich schneller um ihre Axe von Westen nach Osten dreht als der Mond in dieser Richtung vorschreitet, und die innere Glutwelle ihm gegenüber bleibt; so muß die letztere inbeziehung auf einen bestimmten Ort der Erdoberfläche, hier also Petersburg, nach Westen zurückbleiben und somit alles Bewegliche auf und an der Oberfläche, wie das Wasser in freien großen Behältern, mitsich nach dieser Richtung zu bewegen suchen.

Ein anderer dahin gehöriger Fall ist es, wenn frei an Decken hängende Gegenstände in Schwingungen gerathen. Man darf nicht meinen, daß diese Bewegungen durch die Erschütterung der Aufhängepunkte hervorgebracht werden. Wenn man die Hand, welche die Schnur mit einem ruhig hängenden Gegenstande hält, plötzlich hinundher bewegt, so bleibt der Gegenstand doch fast ruhig an seiner Stelle. Diese bei Erdbeben außerordentlich oft

beobachteten Schwingungen können nur das Ergebniß der Anziehungskraft der inneren Glutwelle zu den leicht beweglichen Gegenständen sein.

Der Astronom Struve sah zu Taschkend das mitten von der Decke seines Vorhauses an einer 33 Zoll langen Schnur herabhängende Thermometer bei einem Erdbeben Schwingungen von 18 Zoll Weite machen, die an der Wand hängenden Barometer schwankten wie Pendel, während das Pendel der Wanduhr stehen blieb. Das Haus wurde dabei nicht beschädigt.

Glocken und Schellen ertönen, indem ihre Klöppel ohne besonderen Anstoß schwingen, ebenso gerathen hängende Lampen und Uhrgewichte in Bewegung, geöffnete Thüren schlagen ohne Luftzug wie vonselbst zu (Hennef am 2. Oktober 1869), Lichter werden auch bei geschlossenen Thüren ausgelöscht (Prof. Rolla zu Bolosca am 1. März 1869 abends 8 Uhr 47 Minuten), Waaren gleiten von Gestellen herab (Cöln a. R. am 17. November 1868), leicht bewegliche Gegenstände verschieben sich auf horizontalen Tischen (Bonn am 17. März 1869, Neuwied am 2. Oktober 1869), der Schnee fliegt von den Dächern (Darmstadt den 20. Januar 1869), Kinder fliegen von den Stühlen herab (Darmstadt 20. Januar 1869), selbst Erwachsene wurden in den Stuben eine Strecke fortgezogen (Frankfurt a. M. 2. November 1869, Wiesbaden), oder mußten von den Stühlen aufspringen, um nicht zu fallen (Gießen 21. Oktober 1869), oder sich festhalten, um sitzen bleiben zu können (Eberstadt bei Darmstadt am 1. November 1869), in Cöln a. Rh. mußten Arbeiter auf Baugerüsten sich festhalten, um nicht herabgeschleudert zu werden.

Einem mitten in der Stube stehenden wissenschaftlich gebildeten Beobachter (Heinr. Becker) in der Rheinprovinz schien es am 13. Januar 1869, als ob er durch eine unsichtbare Gewalt von Osten nach Westen gezogen würde und ein Anderer in Ober-Dollendorf a. Rh. sagt, daß er beim Stehen während des Erdbebens in der Nacht zum 13. Oktober 1869 hin und her geschwankt sei.

Alle diese Thatsachen haben ihren Grund allein in dem Fortschreiten der inneren Glutwelle, denn wären sie Folgen von Schwankungen der Erdoberfläche gewesen, so würde in den meisten Fällen von den Gebäuden kein Stein auf dem anderen geblieben sein; aber in fast allen waren die Beschädigungen nur höchst unbedeutende.

Nicht wenige Personen sind während eines Erdbebens von einem gewissen Schwindel oder sogar von einer Ohnmacht befallen worden. Ein Beobachter bei dem Erdbeben zu Kertsch am 16. September 1869 hatte das Gefühl eines auf einem schaukelnden Schiffe befindlichen Seekranken. — Diese letzteren Erscheinungen haben inderthat denselben Grund wie ihn das Gefühl besitzt, welches man auf einem großen Seeschiffe während bedeutender Schwankungen desselben empfindet, nämlich die Verlegung des Schwerpunktes einer großen, auf unseren Körper anziehend wirkenden Masse.

Selbst zahme und wilde Thiere verrathen im Vorgefühle eines nahenden Erdbebens durch eine gewisse Unruhe, die Affen durch ein gewaltiges Geheul, wie bei dem Erdbeben von Caracas 1812, diese Naturerscheinung.

In denselben Kreis der Erscheinungen gehört auch das merkwürdige Saugen der Vulkane. Es kommt nämlich vor, daß der aus dem Krater bereits emporgestiegene Rauch in den Schlund wieder zurückgesaugt und von der Atmosphäre hineingedrängt wird. Dieses geschieht höchst wahrscheinlich in dem Augenblicke, in welchem die innere Glutwelle die Basis des Kraters soeben verläßt, wobei sich ein Hohlraum allerdings nicht bilden kann, wol aber ihre Anziehung gegen den Rauch zur Geltung kommt. Es kann hierbei aber auch der Fall eintreten, daß die untere enge Oeffnung zum Krater durch die von Osten ankommende Flutwelle verstopft wird und der Vulkan zu rauchen aufhört, wie es u. a. am 1. Februar 1797 mit dem Vulkan bei Pasto, nördlich von Quito im Andesgebirge, der Fall war, als 60 Meilen südlich

davon die Städte Riobamba, Hambato und Tacunga zerstört wurden. Dann ergriff das Erdbeben die östlichen Antillen und der erloschene Vulkan von Guadeloupe kam wieder zum Ausbruche; nach seiner Beruhigung aber wurde am 14. September Cumana in Südamerika zerstört. — Noch vormittags um 8 Uhr am 1. November 1755 bebte der Vesuv, wurde aber um 9 Uhr 50 Minuten beim Ausbruche des großen Lissaboner Erdbeben stille.

Das plötzliche Fallen des Barometers, wie z. B. in Bonn am 17. März 1869 9 Uhr 32 Minuten vormittags oder zu Valparaiso am 13. August 1868 um mehre Linien (dort um $4\frac{1}{2}$) hat seinen Grund wol darin, daß die Gravitation der inneren Glutwelle zu der langen Quecksilbersäule unter dem luftleeren Raume sich leichter geltend macht, als zu der im offenen Schenkel, über welchem die durch Ansaugen verdünnte Luft überdies weniger drückt. Merians Beobachtungen scheinen dieses zu bestätigen.

Nach der Verstopfung eines Kraters wächst inderregel die Stärke der Erschütterungen selbst in entfernten Gegenden, was auch ein Zeichen davon ist, daß die untere Mündung der Krater mit der das ganze Erdinnere auskleidenden schmelzflüssigen Masse noch häufig in Verbindung steht. Auch Nöggerath, welcher die Dicke der festen Erdrinde auf 5,2 bis 6 Meilen schätzt, sagt ausdrücklich: „Die primitive Ursache der Erdbeben ist imallgemeinen unter der Erdrinde verbreitet", und „sie bedarf nur einer Anregung um sich thätig zu zeigen."

Wenn selbst schwache Erdbeben bisweilen eine viel weitere Verbreitung haben als starke, so ist dies ein deutliches Zeichen davon, daß die Veranlassung zu ihnen in großen Tiefen, nicht aber in den oberen Theilen der festen Erdschicht zu suchen ist.

Außer den Erdbeben, welche ihren Grund in der die Basis der festen Erdkruste bekleidenden schmelzflüssigen Masse haben, treten auch viele andere auf, die nur dem oberen Theile der

Erdrinde angehören. Sie zeigen sich häufig im Gebiete noch thätiger oder auch ausgebrannter Vulkane, wie z. B. des Laacher-Sees, welcher einen Krater erfüllt. (Am 17. December 1834, um Mitternacht vom 24. zum 25. Januar 1840, den 22. März 1841, den 13. October 1842 und noch während der Erdbebenperiode von 1868 an.)

Solche Erdbeben verlaufen sich meistens in der Richtung der Höhenzüge, unter denen sich mannigfaltig gestaltete, mehr oder weniger untereinander zusammenhängende Höhlungen mit Dämpfen und Gasen befinden. So ist vor einigen Jahren in dem Ontariogebiete des Staates New-York etwa 20 englische Meilen von Rochester in 500 Fuß Tiefe eine Gashöhle angebohrt worden, aus der stündlich 15000 bis 18000 Kubikfuß Gas strömte. An sehr vielen Orten der Erdoberfläche finden ununterbrochen Ausströmungen von Gasen, namentlich von Kohlensäure, statt.

Wenn nun an die explodirbaren Gase feuerflüssige Massen gelangen, oder wenn electrische Entladungen eintreten, wie sie bei Erdbeben und an den Kratern thätiger Vulkane, ja sogar über Lavaströmen von einiger Breite wahrgenommen worden sind; so entstehen durch das Verbrennen der Gase gewaltige Erschütterungen, welche sich durch die mehr oder weniger zusammenhängenden Hohlräume fortpflanzen und nicht selten theilweise Zusammenstürze des inneren Baugerüstes verursachen. Bei dem Erdbeben von Tacna am 13. August 1868 bemerkte man eine meteorische Erscheinung, welche einer Feuersbrunst glich und der Präfekt der Provinz und andere Personen berichteten, die Atmosphäre sei wenige Minuten nach den ersten Erbebungen so stark electrisch gewesen, daß eine große Menge heller Funken sichtbar geworden seien, wenn man sich an die Kleider geklopft oder die Haare gewirrt habe. — Am 2. Januar 1869 wurden zu Tinachely in der irischen Grafschaft Wicklew zwei Erdstöße verspürt, von denen der letzte mit electrischen Erscheinungen verbunden war.

Daß die Electricität bei den Erdbeben eine Rolle spielt, zeigt auch der folgende Fall. In der Nacht vom 8. zum 9. November 1868 fand nämlich in der Nähe von St. Helena ein unterirdisches Beben statt, dessen Geräusch einem entfernten Kanonendonner glich, wobei die See in so unruhige Bewegung gerieth, daß die Fische aus Angst an die Oberfläche kamen und die britische Barke Euphrosine in ihrem ganzen Baue erbebte. Dabei verlor die Magnetnadel ihre Polarität, und zwar wegen des unterirdischen Gewitters.

Wenn Erdbeben bei späteren Wiederholungen dieselbe Richtung befolgen oder wenn die Erdbebenwellen echoartig zurückgeworfen werden, so ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, daß nur die unter den Gebirgszügen fortlaufenden Hohlräume die Richtung bei dem weiteren Verlaufe der Bewegung bestimmen, wobei die Gebirgsarten nur auf die Stärke der Erscheinung voneinfluß sind. So war am 12. März 1812 das Erdbeben, welches Caracas zerstörte, entschieden stärker auf den Gneis- und Glimmerschiefer-Cordilleren als in den Ebenen. — Eine wirkliche Zurückwerfung der Erdbebenwelle hat sich u. a. recht auffallend beim kaukasischen Beben am 10. December 1868 gezeigt, wobei die Welle zuerst von Südwest nach Nordost und dann entgegengesetzt lief. — In Ungarn ging sie am 15. December 1868 von Ost nach West, am 17. December umgekehrt. — In Quito waren die Stöße vom 15. bis 19. August genau entweder von Norden nach Süden oder umgekehrt gerichtet. — In Darmstadt gingen am 13. Januar 1869 die zwei ersten Stöße von Süden nach Norden, der dritte in entgegengesetzter Richtung.

Die bei den Erdbeben wahrgenommenen Schallerscheinungen haben je nach ihrer Verschiedenheit auch einen verschiedenen Grund oder wenigstens einen verschiedenen Verlauf der Wirkungen einer bestimmten Ursache. Hört man einen Knall wie von einem entfernt abgeschossenen Geschütze, so erfolgt in den Eingeweiden der Erde eine Explosion; meinen wir einen rollenden

Donner wahrzunehmen, so pflanzt der Schall in den inneren Hohlräumen sich fort, bricht sich und wird zurückgeworfen; hört man ein unterirdisches Krachen, so stürzt ein Theil der inneren bereits festgewordenen Rüstung zusammen; das Gerassele als ob ein Wagen über holperiges Pflaster oder ein Eisenbahnzug schnell vorüberführe oder auch als ob ein Haus einstürze, hat seinen Grund in dem vielfachen Zerbrechen und Zerspalten der festen Erdkruste. Erscheinen Erdbeben örtlich sprungweise, so hängen größere Hohlräume mit explodirbaren Gasen nur durch enge Verbindungskanäle zusammen.

Das theilweise Zusammenstürzen von Massen in die inneren Hohlräume scheint nach den Erfahrungen seltener vorzukommen als Explosionen, weil in nicht wenigen Gegenden Erdbeben sehr häufig sind und es nicht wahrscheinlich ist, daß sich wiederholt so schnell Höhlungen bilden.

Hört man ein anhaltendes unterirdisches und starkes Geräusch, ohne daß man ein Beben empfindet, wie am 13. August 1868 zu Cabrizal-Bajo, wo sich zugleich eine Wasserwelle bildete, oder wird ein Beben empfunden, ohne daß man ein Geräusch wahrnimmt; so wird wol in beiden Fällen die Veranlassung eine tiefliegende sein. — Je später die Schallerscheinung auf das Beben folgt, desto tiefer liegt die Ursache für beide. Am 22. Januar 1869 endete das zu Luleå am Bottnischen Meerbusen wahrgenommene, langsam von Ost nach West abziehende Beben mit einem Laute, welcher mit einer entfernten Explosion Aehnlichkeit hatte; am 13. August 1868 machte zu Arequipa den Beschluß ein unterirdisches Getöse. — Lägen über die Zwischenzeit bestimmte Erfahrungen vor, so könnte man aus ihr und der bekannten Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles im Erdboden die Entfernung der Ursache zu dem Beben leicht berechnen.

Es liegt in der Natur der Erdbeben, daß mit ihnen noch eine Reihe theils sonderbarer, theils äußerst verhängnißvoller Erscheinungen verknüpft sein müssen.

Durch eine ganze Menge wohlbeglaubigter Thatsachen steht es fest, daß nachoben bewegliche und freihängende Gegenstände (Hängelampen und Kronen) lothrecht aufwärts springen, wie z. B. am 15. November 1868 bei dem vertikalen Erdstoße, den Bedburg empfand. Am 11. Februar 1871 wurde morgens 5½ Uhr die 120 Pfund schwere Deckplatte des unverletzt gebliebenen Fabrikschornsteins zu Marienberg (2 Stunden von Bensheim im Darmstädtischen) herunter und um mehre Fuß seitwärts geschleudert. Es ist dieses die natürliche Folge der Fortpflanzung des Stoßes vom Erdboden aus durch eine Reihe in ziemlicher Ruhe bleibender Körper (Ziegelsteine) bis zu dem obersten, welcher wie die letzte Karte eines Kartenspieles oder die letzte Elfenbeinkugel der Perkussionsmaschine allein abspringt. Wenn Hängelampen und dergleichen ohne Verletzung der Häuser emporgeschnellt werden, so ist auch dieses eine Fortpflanzung des Stoßes durch die Wände bis zum Aufhängepunkte, welcher durch die feste Verbindung mit den anderen Bestandtheilen der Decke verhindert wird zwar selbst aufwärts zu springen, aber das von einer großen Masse auf ihn übertragene Bewegungsmoment dem hängenden Gegenstande mittheilt. In ähnlicher Weise kann man auch auf einem Stuhle empor- und von ihm weggeschnellt werden.

Bilder und Spiegel an lothrechten Wänden heben sich mit ihrer unteren Kante bisweilen handbreit von der Wand ab. Von Bergen sogar werden Kuppen herabgeschleudert und massenhaft Steine und große Felsen abgelöst.

Mit den gewaltigen Bewegungen der Erdkruste stehen aber noch eine Menge anderer Erscheinungen in Verbindung.

Da wo senkrechte Stöße stattgefunden haben, traten häufig Senkungen ein. Im Jahre 1692 sank auf Jamaika die Stadt Portroyal 48 Fuß tief ein, 1766 sanken auf Trinidat mehre Berge bedeutend herab, 1783 senkten sich vom 5. Februar bis 28. März in Italien und Sizilien wol an 100 Hügel und

Berge, am 27. März 1812 wurde der Gipfel der Silla de Caracas sogar um 50 bis 60 Toisen niedriger, im August 1868 sanken viele Stellen an der Westküste Südamerikas tief ein (Caranqui); bisweilen versinken ganze Inseln oder es bilden sich tiefe Seen anstelle der Ortschaften (Cotocachi am 21. August 1868) u. s. w.

Daß bei Wellenbewegungen der festen Erdkruste sehr häufig kleinere **Erdspalten** und nicht selten sehr weite und tiefe **Risse** entstehen müssen, ist ebenfalls sehr natürlich. Bei einem Erdbeben im Jahre 1693 klaffte sogar die Mauer eines Hauses so sehr auseinander, daß man den Mond durch den Spalt sah, schloß sich aber bald so gut, daß man den Riß kaum wahrnahm. (Wellenberg, Wellenthal.) Die im Erdboden auf dem Wellenberge entstandenen Spalten bleiben entweder offen oder schließen sich, wenigstens in ihrem unteren Theile, wobei dann Schlamm (auch bituminöser), Wasser, Sand, Staub, Luft (stinkendes Schwefelwasserstoff) und selbst Flammen emporsteigen oder gepreßt werden. Flammen erscheinen bisweilen sogar über dem Meere, welches wegen der vielen aufsteigenden Luftblasen zu kochen scheint.

Am 13. August 1868 entstand zu Arica ein zwar nur 2 bis 3 Zoll breiter Riß, aber es entstieg ihm ein mit überwältigendem Gestanke vermischter so dichter Staub, daß man auf 20 Fuß Entfernung keinen Gegenstand erkannte. — Quer durch die Stadt Mexillones klaffte ein 75 Fuß langer Riß, der bald einen 23 Fuß tiefen Kanal bildete. — Am 21. October entstand durch die Stadt Heywood ein Spalt, welcher sich 9 Meilen weit hinzog. An vielen anderen Stellen in Kalifornien spritzte das Wasser aus 7 bis 8 Fuß weiten Spalten mehre Fuß hoch. — In England (Youghal) bildeten sich 10 Fuß breite Spalten und Senkungen. — Zu Silchar spaltete 1868 die Erde sich an vielen Stellen, warf blauen Sand und Wasser aus und der Boden hob sich um 20 Fuß. In der Nähe von Albarradas borst am

19. October 1868 ein Berg mittendurch, die eine Hälfte stürzte ins Thal, füllte dieses aus und hemmte den Lauf des Flusses, der zu einem See anschwoll.

Daß großartige, weite Gebiete der Erde ergreifende Erdbeben in den sonst regelmäßigen Verlauf meteorologischer Verhältnisse einen gewaltigen Strich machen, und daß sie auch zur Abkühlung der Basis der Kruste, also auch zur Erhebung derselben wesentlich beitragen, wollen wir hier nicht weiter erörtern, weil es einzusehen wol unschwer sein dürfte.

Wenn wir schlüßlich alle diese verwickelten Thatsachen zusammenfassen, so ist das einfache Endergebniß, daß die jetzigen uns oft so gewaltig erscheinenden Erschütterungen der Erdkruste nur die äußerst abgeschwächten Nachwirkungen von Kräften sind, die vonjeher bei ihrer Gestaltung thätig waren und ihren Sitz nicht blos in ihrem festgewordenen Theile, sondern auch in der noch schmelzflüssigen Masse an der Basis derselben haben.

Wir sehen übrigens, daß wir bei der Beurtheilung der die Erdbeben betreffenden, so außerordentlich verwickelten Verhältnisse sehr vorsichtig sein müssen, theils um gegen Andere gerecht zu sein, theils um das Rechte aufzufinden. (Man wird z. B. mit Falbe nicht zum Ziele kommen, weil nur das Hohlsein der Erde die richtigen Schlüsse gestattet.) Eine neue Hypothese kann nur dann einen Anspruch auf eine wissenschaftliche Theorie erheben, wenn die Thatsachen in ungezwungener Weise mit absolut sicheren Naturgesetzen sich in die genaueste Uebereinstimmung bringen lassen. Hierbei brauchen wir dann auf Solche keine Rücksicht zu nehmen, von welchen es in Goethes Faust heißt:

Daran erkenn' ich den gelehrten Herrn!
Was ihr nicht tastet, steht euch meilenfern;
Was ihr nicht faßt, das fehlt euch ganz und gar;
Was ihr nicht rechnet, glaubt ihr, sei nicht wahr;
Was ihr nicht wägt, hat für euch kein Gewicht;
Was ihr nicht münzt, das, meint ihr, gelte nicht.

Die Kälteperioden der Erde.

Die Geologie hat in neuerer Zeit, gestützt auf die eifrigen Forschungen der Geognosten, Botaniker und Zoologen, so bedeutende Fortschritte gemacht, daß wir uns von der Entwickelung unseres Erdkörpers in der Reihe der Millionen von Jahren, seit er mit einer Temperatur von mehr als 6000 Graden als selbstständiger Körper im Weltraum auftrat, eine ziemlich deutliche Vorstellung machen können. Daß die Erde übrigens diese hohe Temperatur mindestens gehabt haben muß, beweisen die sogenannten Schwermetalle, welche durch ihren Zustand an den jetzigen Fundorten beweisen, daß sie früher geschmolzen gewesen sind.

Wir wollen hier nicht die verschiedenen Stufen der Entwickelung der Erde bis zu dem heutigen Zustande verfolgen; wir wollen nicht zeigen, wie sie mehr und mehr fähig wurde, organische Geschöpfe von immer größerer Vollkommenheit hervorzubringen und zu erhalten, sondern nur kurz darauf hinweisen, daß, abgesehen von den wiederholt einbrechenden Umwälzungen der Erdrinde durch Erhebungen und Senkungen, durch die aus dem Innern hervorbrechenden Gluten, durch die Ueberflutungen der Gewässer, nicht blos eine in gleichen Zeiten gleichmäßigfortschreitende Abkühlung des Erdganzen stattgefunden hat, sondern daß plötzliche und bedeutende Sprünge in der Herabsetzung der Temperatur eingetreten sind, für welche man nach meinem

Dafürhalten einen vollkommen genügenden Grund bisjetzt noch nicht angegeben hat. Und dennoch haben diese Sprünge nicht nur mit Sicherheit stattgefunden, sondern es knüpfen sich daran auch die interessantesten und wichtigsten Folgen.

So viel ist auf den ersten Blick klar, daß die Erde bei einer allmäligen Abkühlung an dem kalten Weltraume zuerst nur in den Polargegenden und dann nach und nach auch in höheren Breiten der gemäßigten Zonen für das Gedeihen von Pflanzen und Thieren empfänglich werden konnte, während die heiße Zone und die daran gränzenden Streifen der gemäßigten Zonen noch allzu heiß waren, um organischen Geschöpfen die Existenz zu ermöglichen. Die Zeugungskraft der Erde war damals in jenen Gegenden noch so jugendlich frisch, daß alle Geschöpfe ungeheure Dimensionen zeigten. Die jetzt so niedrigen Farenkräuter mit den schönen gefiederten Blättern waren in jener Periode baumartig und ebenso hatten die Thiere eine erstaunliche Größe. Davon geben die heute noch vorhandenen äußerst zahlreichen Ueberreste ein vollgiltiges Zeugniß ab.

Es steht zwar fest, daß die abgekühlte äußere und bereits befruchtete Erdkruste wegen der inneren Glut wiederholten Hebungen und Senkungen ausgesetzt gewesen ist, wodurch der jedesmal vorhandenen Thier- und Pflanzenwelt ein trockenes oder nasses Grab gebettet wurde; aber es gibt auch unleugbare Thatsachen dafür, daß auf der Erdoberfläche ohne jene gewaltsamen, voninnen kommenden Revolutionen urplötzlich eine bedeutende Abkühlung eingetreten ist. Es wurden hierbei in der jetzigen kalten Zone elephantenähnliche Thiere so sehr überrascht, daß sie, ins Eis eingefroren, sich mit genießbarem Fleische noch bis in dieses Jahrhundert erhalten haben. Im Jahre 1770 fand Pallas am Wilui-Ufer ein vollständiges Rhinozeros und 1799 sah man nördlich von Sibirien in einem Eisblock eingefroren ein Mammuth, welches 1804 an der Lenamündung strandete. Es war mit wolligem Haare bedeckt und merkwürdiger Weise so gut erhalten,

daß die Hunde der Jakuten gierig von dem Fleische verzehrten. Die Stoßzähne desselben allein wiegen 360 Pfund, das ganze Skelett ist jetzt eine Zierde des Museums in St. Petersburg. Außerdem aber ist Sibirien eine wahre Fundgrube von Elfenbein vorweltlicher Elephanten.

Merkwürdig ist es ferner, daß man in Höhlen, auch in Deutschland, eine Menge von Knochen der verschiedenartigsten Thiere vereint vorfindet, welche dorthin nicht geschwemmt sein können. Die einander feindseligsten Thiere flüchteten in der Angst und Noth bei der urplötzlich einbrechenden ungeheuren Kälte in die anfänglich noch ziemlich warmen Höhlen und fanden darin wahrscheinlich unter den wüthendsten Kämpfen um ihre Existenz endlich einen gemeinsamen Tod, denn außerhalb fehlte es augenblicklich an Nahrungsmitteln und bald drang die Kälte auch in diese Höhlen ein.

Aus der letzten Kälteperiode schreiben sich die in der gemäßigten und selbst in der heißen Zone jetzt noch ziemlich verbreiteten und nicht hoch gelegenen Eisgrotten her, z. B. die Höhle von Besançon, die Grotten auf Teneriffa, in Savoyen, Ungarn, Steiermark, im Ural. In Sibirien thaut in einer Tiefe von 2—3 Fuß der Erdboden selbst während des Sommers gar nicht mehr auf.

Wenn auch nach dem Eintritte einer plötzlichen ungeheuren Kälte an der Oberfläche der Erde die innere Erdwärme sich nach und nach noch geltend machte, so war doch weder die kalte, noch die gemäßigte Zone in Zukunft noch fähig, eine so kolossale Thier- und Pflanzenwelt zu erhalten, als sie vorher vorhanden gewesen war. Die Zeugungs- und Ernährungskraft der Erde für organisches Leben war von nun an mehr den geringeren geographischen Breiten zugewiesen.

Man hat sich zwar bemüht, für die Entstehung einer so großen Kälte in einer ganz kurzen Zeit naturgemäße Gründe aufzufinden, aber die bisjetzt angegebenen sind nach meiner Ansicht völlig unhaltbar.

Die Einen haben gemeint, daß die Lage der Erdachse plötzlich eine andere geworden sei, wodurch eine Veränderung in der Lage der verschiedenen Zonen habe eintreten müssen. Es ist aber eine auch durch das Experiment leicht zu bestätigende Thatsache, daß ein um eine bestimmte Achse sich drehender Körper diese Achse mit einer um so größeren Kraft unverrückt in ihrer Lage festzuhalten sucht, je größer die Drehungsgeschwindigkeit ist, je mehr Masse der Körper besitzt und je weiter diese von der Achse entfernt liegt. Nun dreht sich aber die Erde schon in 24 Stunden um ihre Achse, so daß jeder Punkt des Aequators in einer Secunde einen Weg von 1422 Par. Fuß zurücklegt; ferner beträgt ihr Gewicht gen 123191 Trillionen Zollcentner (gegen 12 Quadrillionen Pfunde) und endlich ist sie hohl. Diese drei Umstände machen es absolut unmöglich, daß die Lage der Erdachse sich vonselbst geändert habe. Ein Stoß vonaußen hat sie ebensowenig verrückt.

Andere sagen, daß Thiere, wie das zuletzt an der Mündung der Lena aufgefundene, welche mit einem dichten wolligen Haare bekleidet waren, wol wie der Eisbär in so kalten Regionen leben konnten, oder meinen, daß sie, wenn sie nicht stets dort gelebt haben, aus geringeren geographischen Breiten dahin gewandert seien, wie sich ja heute noch einige Raubthiere der wärmeren Zone bis zu nicht unbedeutenden Breiten nach Sibirien verirren.

Diesen muß entgegnet werden, daß, wenn schon ein Rind täglich gegen 30 Pfund Nahrungsmittel (Heuwerth nach landwirthschaftlichen Erfahrungen) bedarf, ein so ungeheuer großes grasfressendes Thier zu seiner Existenz täglich wol das Zehnfache gebraucht haben mag und daß daher weder ein einzelnes Thier, noch viel weniger ungeheuer große Schaaren in jenen Gegenden mit ihrer jetzigen Vegetation und Temperatur die hinreichenden Nahrungsmittel finden konnten. Die Bekleidung des Thieres mit dichtem Haare ist gar kein Entscheidungsgrund, weil ja der

in der heißen Zone lebende Löwe auch einen starken Haarwuchs besitzt.

Die Ansicht, daß die Thiere oder deren Knochen durch Anspülung aus geringeren geographischen Breiten dorthin gekommen sein mögen, bedarf wol kaum der Widerlegung und ist namentlich durch jenes an der Lena aufgefundene Thiere völlig unhaltbar geworden. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß man bei Polarexpeditionen noch andere völlig erhaltene Thiere auffinden wird, weil die hereinbrechende Kälte in der Nähe der heutigen Kältepole einen hohen Grad erreichte und die dort geringere Fliehkraft während der Achsendrehung der Erde sie weniger von ihren Lagerstätten entfernt hat.

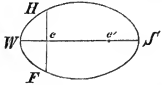
Die Annahme kalter und warmer Stellen im Weltraume, in welche die Erde bei ihrer Wanderung mit der Sonne und den anderen Planeten gekommen sein soll, ist gegen das Gesetz des Gleichgewichtes, welches für den Weltäther nach seiner ganzen Natur in noch strengerer Weise gelten muß, als für die luftigen Stoffe der Erde.

Daß übrigens die Erde bei ihrem Laufe auf andere Stoffe, nämlich die Kometenstoffe, trifft, ist zwar ausgemacht, nicht aber, daß diese Stoffe so große und so schnelle Wärmeunterschiede zu erzeugen fähig wären, als hier nothwendig gewesen sind. Wenn solche Stoffe zwischen Erde und Sonne treten, so ist wol eine kleine Herabsetzung der Temperatur, niemals aber ein so großer und so plötzlicher Sprung möglich.

Adhémar sucht die Eisperioden der Erde aus dem Vorrücken der Tag- und Nachtgleichenpunkte (Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators) auf ihrer Bahn um die Sonne zu erklären.

Bedeutet WFSH in umstehender Figur die hier auffallend stark elliptisch gezeichnete Bahn der Erde um die Sonne, welche sich in dem einen Brennpunkte c befindet, steht die Linie HF durch c lothrecht auf der großen Achse WS und befindet die Erde

sich in der Wintersonnenwende oder beim Beginne unseres astronomischen Winters im Sonnennähepunkte W, so ist sie beim Beginne des Sommers im Sonnenfernpunkte S, während der Frühlings-Tag- und Nachtgleiche in F, bei der Herbst-Tag- und Nachtgleiche in H. In diesem Jahre (1868) befindet die Erde sich in W am 21. December um 1 Uhr nachmittags, in F am 20. März abends 8 Uhr, in S den 21. Juni um 5 Uhr morgens, in H am 22. September 7 Uhr abends. Da demnach der Frühling 92 Tage 22 Stunden, der Sommer 93 Tage 14 Stunden, zusammen 186 Tage 12 Stunden; der Herbst aber nur 89 Tage 17 Stunden und der Winter 89 Tage 1 Stunde währt, so weilt die Erde gegenwärtig in der Bahnstrecke FSH oder im Sommerhalbjahre etwa 8 Tage länger als in der Bahn HWS (Winterhalbjahr); also ist für die nördliche Halbkugel der Erde jetzt das Sommerhalbjahr um fast 8 Tage länger als das Winterhalbjahr.



Nun rücken aber wegen der abgeplatteten Gestalt der Erde und der festen Lage ihrer Achse unter dem Einflusse der Anziehung der Sonne und des Mondes (weniger der Planeten) die Durchschnittspunkte F und H jährlich um 50,3 Secunden vorwärts (d. h. F nach S, H nach W hin) und durchlaufen so die ganze Bahn von Ost nach West oder in der Richtung des scheinbaren Sonnenlaufes während 25765 Jahren; also werden die Bewohner der nördlichen Halbkugel nach der halben Zeit oder in 12882,5 Jahren beim Beginne unseres Winters nach dem Sonnenfernepunkte S gekommen sein und dann ist unser Winterhalbjahr um so viel länger als früher das Sommerhalbjahr.

Adhémar meint nun, daß alle 25765 Jahre jede der beiden

Halbkugeln einmal überflutet werde, gegenwärtig die südliche, weil die kalte Halbkugel während ihres langen Winters mehr Wärme durch die Ausstrahlung verliere als sie durch die Besonnung während des kurzen Sommers gewinne, daß daher die kältere Halbkugel durch das in größerer Menge sich ansetzende Eis gewichtiger werde als die wärmere und die Gewässer mit ihren zerstörenden Wirkungen vorzüglich nach jener strömen müßten.

Dagegen aber ist Folgendes zu erinnern. Es steht wissenschaftlich fest, daß die durch die Sonne im ganzen Jahre auf der Erde erregte Wärme für die beiden Halbkugeln genau gleich ist, weil bei der einen Erdhälfte zu einem langen kalten Sommer (Sonnenferne) ein kurzer warmer Winter (Sonnennähe) und bei der anderen zu einem kurzen warmen Sommer (Sonnennähe) ein langer kalter Winter (Sonnenferne) gehört. Daß die nördliche Halbkugel aber etwas mehr freie Wärme zeigt, liegt in der ungleichen Vertheilung des Festlandes. — Ferner ist durchaus nicht sicher, daß die eine Halbkugel während ihres längeren Winters durch Ausstrahlung in den Weltraum mehr Wärme verliert als sie durch die Besonnung während des kurzen Sommers empfängt, denn die Ausstrahlung wird bei bedecktem Himmel, wie er während solcher Winter meist stattfindet, außerordentlich gehemmt; nur bei heiterem Himmel und Windstille ist es recht kalt. — Außerdem duldet die stets unveränderte Achsendrehung der Erde und daher die ganz bestimmte Fliehkraft eines jeden ihrer Punkte, so wie die gleiche Fliehkraft zweier Punkte in den beiden Halbkugeln mit gleicher geographischer Breite, eine solche Verlegung des Schwerpunktes blos nach der einen oder blos nach der anderen Erdhälfte durchaus nicht, amwenigsten auf eine so lange Reihe von Jahren. Diejenigen Eismassen, welche gletscherartig in den Polargegenden etwa über den Gleichgewichtszustand sich vorübergehend bilden sollten, wandern alljährig nicht nach den Polen hin, sondern erfahrungsmäßig in geringere Breiten, um geschmolzen zu werden, indem sie der größeren Fliehkraft folgen. —

Endlich wäre die abwechselnde Abkühlung der beiden Halbkugeln eine viel zu langsame und auf einen allzulangen Zeitraum ausgedehnte, als daß wir die obige plötzlich eingetretene Katastrophe irgendwie genügend erklären könnten.

Etwas tiefer eindringend erscheint auf den ersten Augenblick die Ansicht von James Kroll, welcher die Kälteperioden auf den Wechsel der Excentricität der Erdbahn zurückführt. Gegenwärtig unterscheidet sich die Bahn der Erde nicht sehr bedeutend von einem Kreise, denn der Unterschied zwischen ihrer größten und kleinsten Entfernung von der Sonne ist kaum der dreißigste Theil der mittleren Entfernung. Früher ist die Excentricität allerdings bedeutend größer gewesen: während sie im Jahre 1800 nur gegen 3 Millionen engl. Meilen betrug, hatte sie 314,000 Jahre früher ihren höchsten Werth von mehr als 14 Millionen Meilen. In einem so langen Zeitraume erreicht die Entfernung der beiden Brennpunkte c und c' in unsererer früheren Zeichnung abwechselnd ihren kleinsten und ihren größten Werth.

Bei einem solchen Unterschiede der Entfernungen der Erde von der Sonne muß sich die Verschiedenheit der Wärme durch die Besonnung in den beiden Halbkugeln allerdings sehr bemerklich machen, besonders wenn bei dem steten Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen-Punkte die Sonnenwendepunkte die Endpunkte der großen Achse zu der Zeit sind, in welcher die Excentricität am größten ist.

Aber auch für diese Theorie gelten wesentlich dieselben Einwendungen, wie für die vorige. Wenn nämlich bei wachsender Excentricität die Schärfe der Gegensätze in den Jahreszeiten für jede der beiden Halbkugeln wol auch wächst, so findet doch, da dieses Wachsen innerhalb eines sehr großen Zeitraumes stattfindet, die Thatsache einer urplötzlichen Ueberraschung durch einbrechende große Kälte für solche Thiere, welche an ein tropisches Klima gewöhnt waren, gar keine Erklärung. Wäre die Abkühlung wirklich so langsam geschehen, wie sie aus der allmälig sich ver-

ändernden Excentricität folgt; so würde die ganze an Wärme gewohnte Thierwelt jedenfalls nach und nach gegen den Aequator hin gewandert sein und nicht in großen Schaaren bei dem gesteigerten Mangel an Lebensmitteln sich dem sicheren Tode durch Kälte und Hunger preisgegeben haben.

Da ich das Hereinbrechen der Kälteperioden mit dem räthselhaften Auftreten der erratischen Blöcke und Geschiebe in einen engen Zusammenhang bringen zu können meine, so will ich zunächst darüber noch Einiges anführen.

Es ist nichts Wunderbares, daß alle Hochgebirge auf mehr oder minder große Entfernungen mit einem Gürtel von abgelösten Steinen umgeben sind. Nicht nur die in die Felsenspalten eindringende Vegetation, sondern auch die jährlich wiederholt eintretende Eisbildung aus dem in die Spalten gedrungenen Wasser bewirkt Ablösungen und Zersprengungen von Gesteinen. In den Tropen bewirkt auch die Sonnenglut solche Ablösungen (Livingstone). Die Bruchstücke folgen nun theils blos ihrem eigenen Gewichte, theils werden sie von den aus den Gebirgen herabkommenden Gewässern mit fortgerissen, theils wandern sie mit den Gletschern der Hochgebirge abwärts und werden dabei abgeschliffen. Wenn schon diese Erscheinungen früher in einem weit großartigeren Maßstabe stattfanden, als wir sie jetzt erkennen, so sind sie doch wahrhaft pygmäenartig gegen die, von welchen die erratischen Blöcke und Geschiebe, welche weit von den Gebirgen entfernt liegen, Zeugniß ablegen.

Große Granit-, Gneiß- und Glimmerschieferblöcke, welche zweifellos den norwegisch-schwedischen Gebirgen angehört haben, liegen nämlich nicht nur in der germanischen und sarmatischen Tiefebene von Belgien bis an den Ural, durch Meer getrennt von ihrem Ursprungsorte, sondern noch südlicher; außerdem aber findet man in manchen Gegenden und bis zu mehr als 1000 Fuß Höhe über dem Meeresspiegel ungeheure Mengen abgerundeter Geschiebe, wie man sie häufig zu Pflastersteinen verwendet. Letztere liegen

vorzüglich in zwei linienförmigen und miteinander von WNW. zu NW. nach OSO. zu SO. parallel laufenden Reihen. Sie sind also wol durch eine eigentlich von Norden herkommende Wasserflut getrieben worden, welche aber wegen der Achsendrehung der Erde die Richtung von NNO. zu NO. annahm; ähnlich dem unteren Passatwinde der nördlichen Halbkugel; dabei wurden sie abgerundet und endlich abgesetzt. Auch in Nordamerika habe ich auf der Fahrt von New-York nach Buffalo solche Gürtel durchschnitten, in denen Geschiebe auch in ungeheurer Menge vorkommen. Die größeren Blöcke sind weniger abgeschliffen und die größten am wenigsten. Letztere sind also nicht durch Wasser am Erdboden fortgetrieben worden. Hin und wieder findet man, daß Hügel von Norden nach Süden durch sie gefurcht erscheinen. Auf eine auch von dem Südpole nach dem Aequator gerichtete frühere Strömung weisen die nach Süden hin spitz und steil auslaufenden Ländermassen der südlichen Halbkugel hin.

Obwohl die Ueberlieferungen aller Völker von einer sogenannten Sündflut sprechen, und diese Katastrophe die jüngste ist, welche die Erde getroffen hat, so läßt sich doch nicht ermitteln, ob dieselbe sich auf die letzte der zwei obigen Perioden bezieht.

Wir wollen nun, um der Erklärung aller obigen Erscheinungen näher zu treten, uns in die Zeit zurückversetzen, in welcher die Venus und der Merkur noch mit dem Centralkörper verbunden waren. — Die Erde so wie jeder von den oberen Planeten hatte zu dieser Zeit eine bestimmte Bahn um den Centralkörper angenommen, die sich nach seiner Fliehkraft und der Stärke der Anziehung durch den letzteren richtete. Wenn aber der Centralkörper durch die Abschleuderung eines neuen Planeten an Masse verlor, also weniger stark anzog; so konnten die Erde und alle übrigen entfernteren Planeten sofort ihrer Fliehkraft mehr folgen und flogen augenblicklich so weit in den Weltraum weiter fort, bis das Gleichgewicht zwischen der neuen kleineren Centralkraft und der Fliehkraft hergestellt war.

Demnach mußte die Erde mit großer Geschwindigkeit in einer kurzen Zeit eine weitere Strecke von der Sonne sich entfernen, als die Venus vom Centralkörper abgeschleudert wurde.

Wenn die Erde jetzt noch in ihrer Bahn um die Sonne in 1 Secunde durch 4 Meilen fliegt, so mußte sie vor der Entstehung der Venus, also in größerer Nähe bei dem Centralkörper, noch schneller gehen, zumal in ihrer Sonnennähe und somit auch inderthat eine weite Strecke fortfliegen.

Daß die Venus als Flutwelle des Centralkörpers sich von diesem ablöste, während die Erde die größte Annäherung zu ihm besaß, geht bereits aus einem früheren Artikel hervor; ebenso wird Merkur sich abgelöst haben als Venus in der Sonnennähe war. Bei seiner Entstehung wird die Erde zwar wieder eine Strecke fortgeflogen sein, aber eine weniger weite.

Diese hier nur allgemein angegebenen Betrachtungen sind mit Berücksichtigung des Verhältnisses der Massen, der Entfernungen und der Geschwindigkeiten bei den Revolutionsbewegungen einer mathematisch-analytischen Untersuchung fähig und würdig.

Weil nun die Erwärmung eines ganzen Planeten durch die Sonne abnimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung zunehmen (in der doppelten Entfernung ist sie nur 1/4, in der dreifachen 1/9 u. s. w. von der in der einfachen); so muß bei der plötzlichen Zunahme der Entfernung der Erde von der Sonne die plötzliche Abnahme ihrer Temperatur nicht unbedeutend gewesen sein.

Ist doch jetzt noch auf der Erde der durch die Besonnung oder Insolation erzeugte Wärme-Unterschied zu den Zeiten der Sonnennähe und Sonnenferne bei einer Excentricität von nur 347080 Meilen (während die halbe große Achse der Bahn 20,666800 Meilen beträgt) höchst auffallend. Im südlichen Australien ist, wie neuerdings nachgewiesen worden, im dortigen

Sommer, also zur Zeit der Sonnennähe, der Unterschied der Temperatur im Schatten eines Gegenstandes und in den Sonnenstrahlen viel größer (sogar schreckenerregend für die Gesundheit) als bei uns im Sommer oder zur Zeit der Sonnenferne.

Es gehört nun weniger eine lebhafte Phantasie dazu, als vielmehr nur eine strenge Berücksichtigung aller gegebenen natürlichen Verhältnisse, um sich die großartigen nothwendigen Folgen für die Erde, wenn sie in ganz kurzer Zeit sich eine weite Strecke von der Sonne entfernte, recht zu vergegenwärtigen. Wir müssen großartige Erscheinungen auch mit einem großartigen Maßstabe messen und dabei niemals vergessen, daß die Naturgesetze durchgreifende und für ewige Zeiten giltige sind.

Das plötzliche Herabsinken der Temperatur war sofort begleitet von den furchtbarsten Niederschlägen von Schnee und Eis, nur um den Aequator der Erde vielleicht noch von Regen. Wenn aber auch dadurch der größte Theil der gerade vorhandenen Dünste verschwunden war, so währte diese Erscheinung doch noch eine ziemlich lange Zeit fort; denn das Wasser, namentlich in der Aequatorialzone, kühlte nicht so rasch ab, als das Festland in den gemäßigten und kalten Zonen. Aus allen Gewässern der Erde entwickelten sich also äußerst lebhaft immerfort noch Dünste, welche in größeren Breiten zu Schnee und Eis wurden und sich in hohen Breiten beider Halbkugeln massenhaft festsetzten.

Dadurch wurde das natürliche Gleichgewicht auf der Erdoberfläche gestört, da die Erde nicht nur nach dem Beharrungsvermögen ihre frühere Rotationsgeschwindigkeit beibehielt, sondern sogar eine größere annahm, weil sie von der Sonne unabhängiger geworden war. Die beiden Polarzonen und die ihnen benachbarten Streifen der gemäßigten enthielten wegen der Schnee- und Eisniederschläge zu viel Masse.

Nun ist ferner zu berücksichtigen, daß doch auch die innere Erdwärme sich noch einige Zeit hindurch geltend machte. Während dadurch die Eismassen an ihrer Sohle schmolzen, erneuten sie sich

oberhalb durch den unablässig fallenden Schnee in erhöhtem Maße, welcher am Tage nur theilweise durch die Sonnenwärme schmolz. Wir haben hier also eine ungeheure Gletscherbildung über einen sehr großen Theil der um die beiden Pole liegenden und bis in die gemäßigten Zonen hineinreichenden Erdoberfläche.

Durch das Schmelzen des Eises an seiner unteren Fläche mittelst der Erdwärme wurden diese Gletscher flott, konnten somit zur Herstellung des gestörten Gleichgewichtes ihre Wanderung nach geringeren Breiten antreten und nahmen als Passagiere diejenigen Felsenblöcke mit sich fort, welche von den höheren Theilen der nordischen Gebirge durch das Eis bei der plötzlich eintretenden Kälte waren abgesprengt worden. Da das Eis bei seiner Wanderung in wärmere Gegenden allmälig schmolz und zunächst kleinere Zwischenräume darbot, so fielen die kleineren Steine zuerst durch und verloren, weil sie immer noch weiter fortgespült wurden, ammeisten ihre scharfen Kanten; die größten Felsenblöcke machten aber häufig eine größere Reise auf dem Eise mit und wurden daher weniger abgerundet. Jene geben das erratische Geschiebe, welches sich bei den wiederholt eintretenden Stauungen der Gewässer in Schichten ablagerte; diese aber die erratischen Blöcke. Es ist auch höchst wahrscheinlich, daß die am Fuße der nordischen Gebirge bereits vor dem Eintritte der Kälte vorhanden gewesenen, schon einigermaßen abgerundeten Geschiebe in das neuentstandene Eis eingefroren, dann mit ihm fortgeführt und endlich abgelagert worden sind.

Daß wir die Reste von den riesenhaften, plötzlich untergegangenen Thieren der vorangegangenen Periode meist in einiger Tiefe im Erdboden oder Sande begraben vorfinden, ist nach dem Gesagten sehr natürlich. Das grauenvolle Bild der Zerstörung fast alles Lebens durch die plötzlich einbrechende Kälte wurde zuerst bedeckt von dem durch die Gewässer herbeigeführten Schlamme und Sande; die Eismassen mit den Gesteinen kamen etwas später.

Ebenso ist es jetzt erklärlich, daß einzelne von den Thieren, welche ammeisten nördlich lebten, sich bis in unsere Tage erhalten konnten, wie in einem Eiskeller. Da die Fliehkraft dieser Orte bei der Achsendrehung der Erde gering ist, so entfernten sie sich nach ihrem schnellen Tode nicht weit von ihren Wohnorten.

Die Kälte war übrigens anfänglich größer, als sie jetzt unter denselben geographischen Breiten ist, weil die innere Erdwärme allmälig mäßigend auftrat.

So nun scheinen mir alle wesentlichen Thatsachen auf ihre Grundursachen einfach und naturgemäß zurückgeführt zu sein und die wol kaum in einer anderen Weise genügend erklärbaren Eisperioden würden somit eine neue mittelbare Bestätigung der von mir in einem früheren Artikel angenommenen Abschleuderungstheorie abgeben, die ich so lange als richtig ansehen werde, bis man mir aus Naturgesetzen über die Entstehung der Planetoiden, der Meteorsteine, der Kälteperioden der Erde und über die Wanderung der erratischen Blöcke und Geschiebe eine bessere Erklärung gibt. Die Saturnringe weisen selbst den Ungläubigsten auf die Richtigkeit meiner Theorie hin.

Die Atmosphäre und Erscheinungen in ihr.

Wenn wir selbst mit ganz guten Fernröhren unseren Mond anblicken, so können wir keine, seine scharfe Abgrenzung gegen den Himmelsgrund verwischende Umhüllung, keine Atmosphäre, an ihm erkennen. Untersuchen wir aber die Venus und andere Planeten, so begreifen wir bald, daß sie mit einer beweglichen, in ihrem Aussehen veränderlichen Hülle umgeben sind. So ist es auch mit der Erde der Fall. Die Lufthülle, welche dieselbe umgibt, ist eine zusammengesetzte: sie besteht in 100 Raumtheilen aus 21 Sauerstoffgas, 78,999 Stickstoffgas und 0,001 Kohlensäure. Dieses Verhältniß ist auf der ganzen Erde, in der Höhe wie in der Tiefe, am Tage wie in der Nacht, im Freien wie in Zimmern und selbst in Krankensälen und menschenerfüllten Räumen und zu allen Jahreszeiten dasselbe. Warum aber, wird man fragen, ist die Luft der Gesundheit an verschiedenen Orten mehr oder weniger zuträglich? Weil sie zufällig noch manche andere Stoffe, oft in rein mechanischer Weise, aufnimmt und mitsich fortführt, wie z. B. Dünste von Wasser und anderen Körpern, Blütenstaub der verschiedensten Gewächse. Unter Atmosphäre verstehen wir nun die gesammte den Erdkörper einschließende Luft- und Dunsthülle mit allen den Körpern, welche darin schweben, sich auch in ihr erheben, aber nie von der Erde ganz entfernen können, denn die Erde läßt wegen ihrer Anziehungskraft kein

Atom von dem, was zu ihr gehört, verloren gehen; sie zieht Alles mit mütterlicher Sorgfalt an sich und hält es in alle Ewigkeit fest.

Daß die atmosphärische Luft aber, je weiter von der Erdoberfläche, desto leichter werden muß, liegt in der Schwere der Luft (ein Kubikfuß an der Oberfläche wiegt gegen 2³/₄ Loth) und in der Eigenschaft, sich leicht zusammendrücken zu lassen. Darin liegt nun aber auch, daß die Atmosphäre nicht ohne Ende in den Weltraum sich erstrecken kann, sondern allmälig aufhören muß. Man darf also nicht etwa die Frage: wie viele Meilen hoch ist die Atmosphäre? mit einer bestimmten Zahl beantwortet haben wollen, sondern man kann nur relative Gränzen angeben, wie etwa: die Höhe, in welcher der Barometerstand nur noch eine Pariser Linie beträgt, ist ungefähr 6 ¹/₂ geogr. Meilen. (So dünn ist auch die Luft in einer Glasglocke, welche man durch die besten Luftpumpen zu entleeren gesucht hat.) Oder: die Schicht der Atmosphäre, welche bei der Morgen- und Abenddämmerung gerade noch geeignet ist, eine Spur der Sonnenstrahlen zurückzuwerfen, hat eine Höhe von etwa 7 geogr. Meilen. — Als wissenschaftliche Norm für die Gränze der Atmosphäre könnte man nur sagen: sie ist da, wo die spezifische Elastizität der Luft und ihre Schwere einander das Gleichgewicht halten.

In diesem weiten Dunst- und Luftkreise ist nun die Werkstätte der interessantesten und für das Bestehen des vegetabilischen und animalischen Lebens unentbehrlichsten Erscheinungen. Wir wollen nun in einem Cyclus von kurzen Betrachtungen die wichtigsten zu beleuchten suchen, was ja wol für jeden Gebildeten von dem entschiedensten Interesse sein muß. Wir heben zunächst hervor:

1. Die Gewitter.

Reibt man eine Siegellackstange an trockenem Wollzeuge, so zieht sie an den geriebenen Stellen leichte Körperchen, wie Papierabschnitte, Korkkügelchen, Strohhalme, an (wobei im Dunkeln ein kleiner Lichtschein und ein schwaches Knistern wahrgenommen wird) und läßt sie dann los. Reibt man eine Glasstange an demselben Zeuge, so sind die Erscheinungen dieselben. Bei näherer Untersuchung zeigt sich jedoch eine Verschiedenheit. Hängt man nämlich zwei Kügelchen von Sonnenrosenmark an zwei Seidenfäden, ambesten Coconfäden, auf und bringt man beide entweder blos mit dem geriebenen Siegellack oder blos mit dem geriebenen Glase in Berührung, so stoßen sie einander in jedem der beiden Fälle ab; bringt man aber das eine Kügelchen mit dem Glase, das andere mit dem Siegellack in Berührung, dann ziehen sie einander unter Erscheinung eines Fünkchens an, und werden dadurch in ihren natürlichen oder indifferenten Zustand zurückversetzt.

Der Zustand der Kügelchen, in welchem sie die obigen Erscheinungen zeigen, heißt ein electrischer, und der Grund der Erscheinung die **Electricität**. Die Electricität ist also etwas in sich nicht Uebereinstimmendes, sondern sie enthält in sich selbst einen **Gegensatz**. Man nennt demnach auch die am Glase mit Tuch erzeugte Electricität **positiv**, die am Siegellack hervorgebrachte **negativ**. Man hätte die Benennung auch umgekehrt wählen können. Darnach nun wird das electrische Verhalten aller übrigen Körper auch so benannt. Ein Körper ist also positiv

electrisch, wenn er von einer mit Tuch geriebenen Glasstange abgestoßen wird u. s. w.

Aber auch noch nach einer andern Seite hin zeigt sich das Verhalten der Körper in Beziehung auf Electricität verschieden. Es ist nämlich nicht gleichgiltig, an was die Kügelchen hängen oder womit sie umgeben sind. Hängen sie an Metallfäden, die man in der Hand hält oder auf die Erde herabgehen läßt, so werden sie von dem geriebenen Glase oder Siegellack zwar auch angezogen aber nicht losgelassen oder abgestoßen, und es zeigt sich auch an ihnen, wenn sie von den geriebenen Körpern entfernt, und dann einander genähert werden, keine Spur von Erscheinung. Die Seidenfäden halten also nach dem oben Gesagten die Wirkung auf den Kügelchen zurück, so daß sie an ihnen isolirt erscheint, die Metallfäden aber leiten sie weiter, so daß sie an den Kügelchen nicht hervortreten kann.

Zu den isolirenden oder nicht leitenden Körpern gehören: Bernstein (von dessen griechischer Benennung „Elektron" die obigen Erscheinungen so genannt sind), Schwefel, Schellack, Pech, Colophonium, Guttapercha, Glas, Porcellan, trockenes Holz, Seide; zu den Leitern: alle Metalle und die flüssigen Körper. Es kann zwischen den verschiedenen Körpern in dieser Hinsicht keine scharfe Gränze gezogen werden. Trockene Luft ist ein Nichtleiter, Luft wird aber zu einem um so besseren Leiter, je feuchter sie ist. Nebel und Wolkenschichten gehören wegen ihres Wassergehaltes zu den besseren Leitern.

Um nun die electrischen Erscheinungen in einem großartigeren Maßstabe hervortreten zu lassen, als es oben angegeben worden, hat man besondere Maschinen angefertigt. Die besseren bestehen aus einer kreisförmigen Glasscheibe, deren beide Flächen durch zwei Doppelkissen von Leder, welches mit Quecksilberamalgama bestrichen worden, bei der Drehung um ihre Mitte gerieben werden. An der Glasscheibe entsteht positive, an dem Reibzeuge negative Electricität. Ist nun letzteres mit der Erde in leitender

Verbindung, so wird während der Drehung an der ersteren fort, während positive Electricität frei, welche an einem benachbarten isolirten Leiter, z. B. an einem auf Glasfüßen stehenden, größeren Metallcylinder festgehalten werden kann. Kommt man diesem Cylinder mit einem Leiter, z. B. dem Finger, nahe, so erhält man einen schmerzhaften Funken, der bei den besten Maschinen wol an 20 Zoll lang und nach dem Obigen ein Zeichen der Verbindung positiver mit negativer (in dem Finger entwickelter) Electricität ist. Sehr wirksam sind die neueren Maschinen von Holtz.

Die Quellen der Electricität sind aber nicht so beschränkt, als es nach dem Bisherigen zu sein scheint, sondern jede auch noch so unbedeutende Verschiedenheit in der Körperwelt ist eine Veranlassung zu electrischen Erscheinungen, welche wir freilich nicht immer wahrnehmen, theils weil die Electricität eine zu unbedeutende Stärke besitzt, theils weil sie schon bei ihrer Entstehung durch leitende Körper uns allzu rasch entzogen wird. Verschiedenheit der Temperatur gleichartiger oder ungleichartiger Körper, der Oberfläche (rauh, glatt), der Anordnung der Fasern, der Farbe u. s. w. bringt bei der Reibung, beim Drucke, bei der bloßen Berührung Electricität hervor; ja selbst bei der Trennung von Krystallen in ihre blättrigen Theile erscheint sie, ebenso bei der Verwandlung in andere Aggregatzustände. Der aus Spalten oder engen Oeffnungen eines Dampfkessels strömende, sich an den Wänden reibende wasserhaltige Dampf wird auch, und so bedeutend electrisch, daß man bei einer isolirten Maschine Funken von 20 Zoll Länge erhalten kann, wenn man einen mit der Erde verbundenen Leiter an den Dampf bringt.

Da nun die Electricität auf der Erdoberfläche in so reichem Maße erzeugt wird, so darf es nicht befremden, wenn sie auch in der Atmosphäre wahrgenommen wird. Stellt man nämlich im Freien eine hohe Stange auf, an welcher ein oben überragender spitzer Draht herabgeht, der sich in einem Glasgefäße mit zwei leichten Pendeln von Goldblatt z. B. endigt;

so sieht man sehr häufig die Pendel mit Electricität auseinander gehen.

Franklin ließ während eines Gewitters einen Drachen hoch in die Lüfte steigen, und bemerkte zu seiner Freude, daß von dem Schlüssel an dem unteren Ende der Hanfschnur leichte Körper vom Erdbeben angezogen wurden, und daß sich dabei der electrische Funke zeigte. De Romas durchflocht (1753) die Schnur mit feinem Kupferdrahte, brachte unten damit eine blecherne Röhre in Verbindung und hielt das Ganze, um isolirt zu sein, an einer trockenen Seidenschnur.

Bei einem Gewitter ließ er den Drachen 550 Fuß hoch steigen und zog aus seinem Metallcylinder Funken, deren Schall 200 Fuß weit hörbar war. Als es dann zu regnen anfing, wodurch die Schnur feucht wurde und besser leitete, schlugen von der Metallröhre aus durch angezogene lange Strohhalme, die vorher in aufrechter Stellung getanzt hatten, mit dem Knalle von Raketen Feuerstrahle von 8 Zoll Länge und 5 Linien Dicke, bildeten im Erdboden Oeffnungen von 1 Zoll Tiefe und 1 Zoll Weite, und rings um die Schnur war ein Lichtcylinder von 3—4 Zoll Dicke selbst am hellen Tage sichtbar. Sogar noch beim Niederfallen des Drachen theilte die Schnur erschütternde Schläge nach allen Seiten aus.

Bei einem andern Versuche sah er außer vielen Hundert kleinen bis zu 7 Fuß Länge in kaum einer Stunde an 30 Feuerstrahlen von 10 Fuß Länge und 1 Zoll Dicke mit heftigem Knallen zur Erde fallen. — Richmann wurde 1753 durch einen electrischen Feuerballen, der an der Metallstange herabfuhr, welche er isolirt von dem Dache aus nach seiner Studirstube geführt hatte, getödtet.

Nach so entschiedenen Thatsachen war an der Natur der Gewitter als electrischer Erscheinungen keinen Augenblick mehr zu zweifeln. Es hat nur bisjetzt selbst den Männern vom Fache noch wol nicht ganz überwundene Schwierigkeiten gemacht, eine

allen Anforderungen der Wissenschaft genügende Erklärung namentlich auch von den begleitenden Umständen, wie Sturm, Regen, Hagel zu geben. Wir wollen dies im Folgenden versuchen.

Gewitter entstehen fast nur im Sommer und meist nur am Tage. Es sind dieses Zeiten, in welchem der Lebensprozeß auf der Erde am regsten ist. Die höhere Temperatur überhaupt bringt eine größere Verdünstung und somit auch Electricität hervor; eine andere Quelle ist der größere Unterschied zwischen der Tages- und Nachttemperatur an demselben Orte und an verschiedenen Orten; am wichtigsten aber sind, was wol bisjetzt ammeisten übersehen worden ist, die verschiedenen Luftströmungen, welche im Sommer sich häufiger zeigen als im Winter. Wie sie die Veranlassung zur Erzeugung von Electricität sind, scheint nicht schwer ermittelt werden zu können. Nämlich Luft ansich ist ein Nichtleiter. Wenn aber ein Nichtleiter an einem andern sich reibt oder gerieben wird, und dieselben irgend welche Verschiedenheit besitzen, wie es bei nach verschiedenen Richtungen strömenden Luftschichten unstreitig der Fall ist, da die Dichtigkeit, Temperatur und Dunstsättigung verschieden sind; so erregen sie einander electrisch: der eine bekommt positive, der andere negative Electricität. Einen Vereinigungspunkt der einzelnen electrischen Elemente bilden nun die Wolkenschichten als isolirte Leiter oder Conductoren dar, so daß dann zwei übereinander schwebende Wolkenschichten entgegengesetzte electrische Zustände haben, die, wenn entweder ihre Intensitäten groß genug sind, oder wenn die Annäherung der Schichten bedeutend genug geworden ist, einander durch eine electrische Entladung abgleichen. Es entsteht dann ein Blitz, welcher von Wolke zu Wolke fährt.

Ist die niedrigere von den Wolkenschichten der Erdoberfläche ziemlich nahe, so kann dieselbe auch die Erdfläche in den entgegengesetzt electrischen Zustand versetzen und dann bei gehöriger Spannung eine Entladung nach der Erde erzeugen, wobei die Abgleichung nach den nächsten, also höchsten und ambesten leitenden

Gegenständen erfolgt, z. B. an den Kirchthürmen, Bäumen, den Metallstangen der Blitzableiter.

Es kann einem aufmerksamen Beobachter der Atmosphäre nicht entgehen, daß oft viele Stunden vor dem Ausbruche eines Gewitters sich verschiedene Luftströnungen zeigen, so daß man jenes aus diesen mit einer sehr großen Zuversicht ziemlich lange vorhersagen kann, obwol bisweilen die electrische Spannung einen nicht so hohen Grad erreicht, daß ein förmliches Gewitter zum Ausbruche kommt. Es geschieht nämlich bisweilen eine über größere Strecken verbreitete Abgleichung mit Lichterscheinung ohne vernehmbaren Donner, das sogenannte Wetterleuchten, welches allerdings auch von einem so entfernten Gewitter herrühren kann, daß man seinen Donner zu hören nicht imstande ist. Endlich finden noch schwächere Abgleichungen statt, die sich als vollendete Thatsache nur durch einen sogenannten Gewitterregen verkünden.

Vorzüglich wichtig ist für das weitere und nähere Verständniß der Erscheinungen die Thatsache, daß bei der electrischen Abgleichung oder bei der Verbindung electrischer Gegensätze die Luft, durch welche die Vermittelung geschieht, bedeutend ausgedehnt wird. Man kann dies leicht beobachten, wenn man durch eine in einer Glasröhre mittelst Wasser abgesperrte Luftportion einen electrischen Schlag gehen läßt. Das Wasser wird dann weggedrängt, also in einer unterhalb damit verbundenen zweiten aber offenen Röhre aufwärts getrieben.

Nun steht ferner fest, daß, wenn irgend ein Körper, also auch Luft, einen größeren Raum einzunehmen gezwungen ist, Wärme absorbirt oder Kälte fühlbar wird, so wie andererseits beim Zusammendrücken sich freie Wärme entwickelt, die z. B. bei der atmosphärischen Luft mit Leichtigkeit so bedeutend wird, daß sie zum Feueranmachen benutzt werden kann. (Das pneumatische Feuerzeug). Wird nun aber bei einer electrischen Abgleichung die Luft durch ihre Ausdehnung abgekühlt, so ist sie nicht mehr fähig, das in ihr enthaltene Wasser in Form unsichtbarer Dämpfe

zu tragen, sondern es verdichtet sich zu Wasserdünsten, zu Nebel, zu Wolken, zu Niederschlägen.

Es ist vor dem Ausbruche des Gewitters ein unbestimmtes Schwanken und Wogen in den Gewitterwolken, die sich aus Schichtwolken meist zu dichten Haufenwolken aufthürmen, sichtbar, welches offenbar von dem Aufnehmen der Electricität herrührt, wobei sich kleine Ungleichheiten des electrischen Zustandes ausgleichen, um die ganze Wolke dann entweder nur positiv oder nur negativ electrisch erscheinen zu lassen. Dies ist theils der Grund für die raschere Entstehung der Wolken selbst, theils gibt es auch den Wolken öfters ein eigenthümliches phosphorescirendes Ansehen. Die massenhafte Anhäufung derselben ist dann weiter vorzüglich eine Folge des allgemeinen Gesetzes, daß alles Materielle, hier die Dunstbläschen, einander anzieht.

Ferner hat man vor dem Gewitter ein drückendes Gefühl von Schwüle, welches nicht blos die Folge der ansich meist sehr hohen Temperatur ist, sondern noch davon herrührt, daß die normale Ausdünstung unseres Körpers sehr unterdrückt wird, weil die atmosphärische, uns umgebende Luft bereits mit Dünsten so sehr gesättigt ist, daß sie die unseres Körpers nicht mehr aufnehmen kann. Ein gewisses beklemmendes Gefühl, was wir dabei haben, mag wol noch davon herrühren, daß der einseitig electrische Zustand (positiv oder negativ) der uns umgebenden und zunächst über uns befindlichen Luft auf die thierische Electricität unseres Körpers herabstimmend, weil unterdrückend, einwirkt.

Erfolgt nun endlich eine bedeütende Entladung, so erkennen wir diese sofort durch den Blitz, welcher uns die Aetherschwingungen zwischen den einander entladenden Wolken sichtbar macht. Da hierbei die Luft dort, wo er entsteht, ausgedehnt wird, und die sich ausdehnende Luft auf die folgenden Partien zusammendrückend wirkt, so findet die weitere Ausgleichung in der Richtung vorwärts einen größeren Widerstand als rückwärts. Daher rührt es, daß der Blitz, ehe er weiter vorwärts dringt, eine kurze

Strecke rückwärts geht, wodurch er sich gleichsam die weitere Bahn vorwärts wieder eröffnet und so im Zickzack einherfährt. Der Blitz nimmt übrigens die Richtung nach dem schwächeren und nächsten der beiden electrischen Gegensätze; er fährt daher nicht blos nachunten.

Die den Blitz begleitende Ausdehnung der Luft auf gewiß oft sehr große Strecken hat noch Zweierlei zur Folge:

1. Ein unmittelbar darauf folgendes Zusammenstürzen der umgebenden Luft in diesen Raum, in welchem sich dann Luft an Luft so heftig schlägt, daß ein bedeutender Knall entsteht. Wird dieser nun von den verschieden gestalteten Haufen- und Schichtwolken, die in verschiedenen Gruppen erscheinen und von dem Beobachter auch verschiedene Entfernungen haben, wiederholt zurückgeworfen, so vernehmen wir ihn als rollenden Donner; geschieht der Schlag in unserer Nähe, so haben wir keinen Donner. Der Donner ist also der Widerhall, das Echo, des Gewitterschlages.

2. Eine andere Folge der Ausdehnung der Luft ist ihre Abkühlung und dadurch die Erzeugung von Niederschlägen. Diese haben aber auch darin ihren Grund, daß rings um die Gegend, wo die Ausdehnung erfolgt, ein vermehrter Druck entsteht, der sich dann auch rückwärts nach der Mitte fortpflanzt, wo der Schlag entsteht, so daß die zusammengedrückte Luft nicht mehr so viel Wasser in Dunstgestalt tragen kann, als wenn sie weniger dicht ist.

Der Regen fällt meist in großen Tropfen, weil sowohl die Dunstsättigung oder die relative Feuchtigkeit, als auch der absolute Wassergehalt wegen der hohen Temperatur sehr bedeutend ist. Die Tropfen sind übrigens natürlich auch um so größer, aus je höheren Regionen sie fallen.

Sind die Entladungen heftig, so ist auch die Temperaturerniedrigung groß, so daß sich aus Regentröpfchen Eiskügelchen von mehren Graden Kälte bilden, die im Niederfallen dadurch

sich vergrößern, daß sehr abgekühlte Regentröpfchen und Dunstkügelchen sich an sie ansetzen. Es hagelt also auch bei Gewittern bisweilen; es gehört aber zur Hagelbildung eine sehr intensive electrische Entladung oder eine sehr große electrische Spannung, wie sie nur im Sommer und am Tage möglich ist, weshalb auch der Hagel im Winter und in den Nächten nicht erscheint.

Wenn die Hagelkörner eine gleichmäßig durchsichtige Eismasse bilden, so ist vorauszusetzen, daß ihr erster Anfang, der Kern, ein Wassertröpfchen war, welches später gefroren ist. In diesem Falle hat die Bildung desselben in etwas verdichteter Luft über der verdünnten stattgefunden und das fallende Tröpfchen ist beim Eintreten in die kalte Luftschicht gefroren; ist aber der Kern weniger durchsichtig, also schneeig, so geschah seine Bildung in der kalten Region. Es fallen daher auch bisweilen Graupelkörner, weil die tieferen Schichten wieder wärmer sind und so warm sein können, daß ein theilweises Schmelzen, namentlich an der äußeren Umgebung, eintritt.

Es darf bei der Hagelbildung nicht ganz übersehen werden, daß zur Abkühlung der höchsten Wolkenschicht ihre durch die darauf fallenden Sonnenstrahlen sehr beförderte Verwandlung in unsichtbares Wassergas beiträgt. Bei jeder Verdunstung oder Verwandlung eines festen oder tropfbaren Körpers in Dämpfe wird nämlich mehr oder weniger Wärme verbraucht und diese daher der Umgebung, hier dem tiefer liegenden Theile derselben Wolkenschicht, entzogen. Während der obere Theil einer Wolke verdunstet, wird der untere abgekühlt. Wir wollen die interessante Erscheinung der Eisbildung im Hochsommer einer besonderen Besprechung unterziehen.

Endlich sind die Gewitter von Winden oder sogar Stürmen begleitet, weil an den Orten, wo sie erscheinen und welche oft sehr ausgedehnte Strecken einnehmen, das Gleichgewicht der Atmosphäre oft sehr bedeutend gestört wird, indem durch den Niederschlag ungeheurer Dunstmassen der Druck an diesen Orten

vermindert wird, die Luft also von allen Seiten dahin strömen muß. Dazu kommt noch, daß die unmittelbar über der heißen Erdoberfläche befindliche Luft nach dem Erscheinen der dichten Gewitterwolken in den Schatten kommt, dadurch bedeutend abgekühlt und dichter wird, somit einen kleineren Raum einnimmt und daher der umgebenden Luft das Zuströmen gestattet.

Wenn nun dieses Strömen der eine Gewitterregion umgebenden Luft nach dem Hauptherde des Ereignisses von allen Seiten stattfindet, so kann es nicht fehlen, daß sich hier die von vielen Seiten einander entgegenkommenden Luftströme vielfach und zwar in verschiedener Stärke und in verschiedenen Richtungen schief stoßen, daß daraus eine drehende Bewegung entsteht, in welche alle irgend beweglichen Körper, vorzüglich der Regen, mit hineingerissen werden, so daß durch letzteren veranlaßt, sich eine die Electricität gut ableitende Wassersäule bildet, die auf dem Meere nicht blos das Regenwasser, sondern selbst das sturmbewegte Meerwasser in sich aufnimmt, in welcher nach allen Richtungen Blitze zucken zum Zeichen der Ausgleichung entgegengesetzt electrischer Zustände zwischen Wolken und Erdoberfläche. Den Beweis für die Ausgleichung der electrischen Zustände führt die Erscheinung noch dadurch selbst, daß eine von der Regenwolke nachunten zu spitz herabgehende Wassersäule der von der Erde nachoben zu spitz auslaufenden die Hand reicht. Die Bewegungen in beiden gehen einander entgegen, so daß das wirbelnde Aufsteigen in der untern theils von der electrischen Anziehung, theils von dem Bestreben der Luft herrührt, sich mit der oberen Luft, welche bei niedrigerer Temperatur einen geringeren Raum einnimmt, in's Gleichgewicht zu setzen. — Dies ist die furchtbare Erscheinung der Tromben. Die zerstörenden Wirkungen derselben werden nicht befremden, wenn man bedenkt, daß schnell bewegte Luft ansich schon eine bedeutende Kraft besitzt, daß diese Kraft aber, eine längere Zeit beständig auf einen von ihr getroffenen oder mit ihr fortgeführten Körper ausgeübt, durch das Beharrungsvermögen noch unterstützt wird.

Viele unbedeutende Wirbelwinde auf dem Festlande gehören nicht hierher, weil sie durch verschiedene einander entgegengesetzte Luftströme nur da entstehen, wo Unebenheiten der Erdoberfläche, namentlich Vertiefungen, sind, oder wo ein starker, aufsteigender Luftstrom vorhanden ist. — Alle Wirbelwinde nehmen bald nach ihrer Bildung die fortschreitende Bewegung in der Richtung der stärksten von den sie erzeugenden Strömungen an.

Eine in dieses Gebiet gehörige Erscheinung ist noch das sogenannte Sanct Elmsfeuer, Helenenfeuer, Eliasfeuer, Castor et Pollux, welche schon den Alten sehr bekannt waren. Man bezeichnet damit eine Lichterscheinung, theils als Lichtpunkt, theils als Strahlenbüschel sich zeigend, welche sich im Freien entweder mit oder ohne Geräusch an hervorragenden Gegenständen jeder Art, besonders wenn sie naß sind, zeigt. Wir wollen einige vollkommen beglaubigte Beispiele anführen.

Plinius sah auf den Lanzen der Soldaten und den Masten der Schiffe leuchtende Sterne, die mit Zischen von einer Stelle zur andern fuhren. — Als Lucius Marcus öffentlich im Freien eine Rede hielt, umgab seinen Kopf eine ihm selbst nicht bemerkbare Flamme, und von dem Haupte des nachherigen Gothenkönigs Barma stieg einmal ein säulenförmiger Lichtschein auf. — Forbin sagt, daß auf einem Schiffe, auf welchem aus Furcht vor einem Sturme in der Nacht beim Herannahen einer schwarzen Wolke die Segel eingezogen worden, sich mehr als dreißig Eliasfeuer gezeigt hätten. Das auf dem Windflügel des großen Mastes war über 1 1/2 Fuß hoch. Ein Matrose, welcher es vertilgen wollte, hörte ein Geräusch, wie wenn angefeuchtetes Schießpulver verbrannt würde, und kaum hatte er den Windflügel weggenommen, als das Feuer auf die Spitze des Mastes übersprang. — De Saussure und Fallabert sahen auf den Alpen gegenseitig aus ihren Fingern und Bekleidungsstücken, namentlich den Hutr-ändern, Feuerbüschel ausfahren. Häufig bemerkte man an den Ohren, dem Schweife und den Mähnen der Pferde, an einzeln stehendem Gesträuch, an

Bäumen wankende und verschieden gestaltete Flammen, oft mit einem schwachen Geräusche, wie das Simmern des Wassers vor dem Kochen. — Bushell erzählt: Während aus einigen außerordentlich dichten und schweren Regenwolken einige schwere Regentropfen fielen, erblindete ich fast vor einem aus dem Zenith herabkommenden glänzenden Lichtscheine, welcher 15 Fuß im Umkreise jeden Grashalm und jedes Blatt in einen brennenden Zustand zu versetzen schien.

Mohr erzählt, wie in einer finsteren Winternacht zuerst Ohren, dann Kopf und Hals des Pferdes vom Dr. G. in dem schönsten Glanze erschienen seien. Bei dem Pferde des Bedienten schien es, als wenn auf jeder längeren Haarspitze ein Feuerfunken sitze, größere auf den längeren und fast unmerkliche auf den kleineren. Besonders schön, wie kleine Johanniswürmchen, waren die Lichtpunkte auf den am Eingänge der Nasenlöcher und Ohren sitzenden Haaren; höchst brillant folgten sie dem Laufe der Mähnen, wo die Feuerfunken wie Perlen in die Haare eingeschoben zu sein schienen. Viele von den Haaren der Mähne standen in die Höhe und waren mit Lichtpunkten reich besetzt.

Bemerkenswerth ist noch, daß bisweilen die Regentropfen und Schneeflocken, ja selbst der Speichel in einiger Entfernung vom Munde leuchtend erscheint.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß auch diese Erscheinung eine electrische ist. Bringt man an dem mit der Glasscheibe der Electrisirmaschine in Verbindung stehenden Metallcylinder, Conductor, eine Metallspitze an, so zeigt sich an ihr während der Thätigkeit der Maschine ein Strahlenbüschel; ist aber die Spitze mit dem Conductor des Reibzeuges in Verbindung, so zeigt sich ein Punkt. Strömt also positive Electricität aus, so erscheint ein Büschel, strömt negative aus, ein Punkt. Hält man ferner einem negativen electrischen Körper eine leitende Spitze entgegen, so ist an ihr das Strahlenbüschel; steht sie einem positiv electrischen Körper gegenüber, so zeigt sie den Punkt. — Nun

steht fest, daß die Luftelectricität bei Niederschlägen des atmosphärischen Wasserdampfes positiv, aber bei Verwandlung des Wassers in Dämpfe negativ ist. Die Elmsfeuer können also nach Umständen in beiderlei Gestalt erscheinen.

Daß übrigens statt Regen oder Schlossen in den kalten Jahreszeiten Schnee erscheint, ist natürlich. Man darf indeß nicht meinen, daß, weil im Winter die Gewitter höchst selten sind, die Luft nicht electrisch sei. Der Umstand ist nur der, daß einerseits wegen größerer Kälte die Electricität weniger intensiv ist, und andererseits wegen größerer relativer Feuchtigkeit der Luft, namentlich an der Erdoberfläche selbst, die erzeugte Electricität leichter und allmälig zur Erde abgeleitet wird. Bei einigermaßen umfangreicherer und schnellerer Abgleichung entstehen dann Schneefälle, bei denen die Flocken leuchtend erscheinen können, wie es z. B. Lampadius am 25. Januar 1822 in einem auffallenden Grade bemerkte.

Endlich führen wir noch drei Erscheinungen an, welche die oben angeführte Theorie, daß die Luftelectricität vorzüglich durch die Reibung verschiedener Luftströme entstehe, in einer auffallenden Weise bestätigen, nämlich: 1. die fast täglichen Gewitter in den Regionen der Kalmen, 2. den Hagel und 3. die Polarlichter.

Es ist nämlich bekannt und aus physikalischen Gründen leicht erklärlich, daß nördlich vom Aequator ein Nordost-, südlich ein Südostwind weht, welche man Passatwinde nennt. Sie reichen in der nördlichen Halbkugel bis etwa zum 29., in der südlichen wegen weniger Ländermassen nur bis zum 25. Breitegrade, treten auf dem stillen Oceane in einer Entfernung von 50 Meilen vom Festlande in ihrer größten Reinheit hervor, rücken mit dem senkrechten Stande der Sonne über dem Horizonte, wo sie zusammentreffen, bald nördlicher, bald südlicher. In denjenigen Gegenden, in welchen sie am deutlichsten und beständigsten hervortreten, haben sie einen stets klaren Himmel zur Folge, weil es an einer Vermischung verschiedener Luftströme fehlt; aber da, wo sie

zusammentreffen und in einen Ostwind übergehen sollten, findet wegen des senkrechten Sonnenstandes und der dadurch bedingten ungeheuren Erhitzung der Erdoberfläche und der Luft darüber ein aufsteigender Luftstrom statt, so daß die Luft aus keiner Weltgegend weht oder Windstille vorhanden ist. Von dieser etwa 6 Grade oder 90 Meilen breiten Zone zu beiden Seiten, muß die Luft herab- und heranströmen, um das durch den aufsteigenden Strom gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Die Folge ist, daß sich auch durch diese einander reibenden Strömungen Electricität entwickelt, die sich in den heftigsten Gewittern fast täglich entladet. Hier kommt der Regen meist aus bedeutenden Höhen, in welchen überdies die sehr warme Luft mit Wasserdünsten oft sehr gesättigt ist; daher sind auch die Regentropfen meist von bedeutender Größe.

Der heiße aufsteigende Luftstrom in der heißen Zone fließt in den höheren Regionen der Atmosphäre nach den beiden Polen hin ab und wird durch kältere Luft, welche an der Erdoberfläche von Norden und Süden her zuströmt, ersetzt, um dann auch erwärmt zu werden und ebenfalls aufzusteigen. Die von den Polargegenden an der Erdfläche nach dem Aequator strömende wird ersetzt durch die aus den oberen Schichten der Atmosphäre herabkommende, und es kann nicht fehlen, daß in größeren Breiten täglich solche absteigende Ströme, rings um die Erde zusammenströmend, einander begegnen und dadurch ebenfalls Electricität erzeugen.

Die zwei großen über den beiden Halbkugeln der Erde ewig kreisenden Wirbel in der Atmosphäre erleiden freilich die verschiedensten Unterbrechungen durch örtliche Verhältnisse, namentlich in den gemäßigten Zonen, vorzüglich da, wo die Ländermassen durch Meere sehr zerrissen sind und weit in die Atmosphäre hineinragen.

2. Der Hagel.

Manche atmosphärischen Erscheinungen sind so räthselhafter Natur, daß es einen besonderen Reiz gewährt, ihrem wahren Wesen nachzuforschen. Dahin gehört die Hagelbildung, welche seit Volta die Physiker beschäftigt hat, ohne daß es, wie mir scheint, gelungen ist, eine allen Bedingungen entsprechende Theorie aufzustellen. Ich will es versuchen, diese interessante Erscheinung mit den physikalischen Thatsachen in Uebereinstimmung zu bringen.

An recht heißen Sommertagen bilden sich, meistens ziemlich rasch, niedrig schwebende, dichte, dunkelgraue, etwas in's Röthliche gefärbte Wolken, welche weniger haufen- als schichtenförmig gestaltet sind. Dabei ist die Luft an der Erdoberfläche wenig oder gar nicht bewegt. Es währt nicht lange, so hört man aus der Wolke, namentlich wenn sie nur einige Hundert Fuß über der Erdoberfläche schwebt, ein verworrenes Rauschen und Sausen wie von einem entfernten Wasserfalle, nur etwas härter. In einem engen Gebirgsthale zwischen Friedland und Reichenberg in Böhmen vernahm ich das Rauschen aus einer solchen, in geringer Entfernung über mir schwebenden, dichten und horizontal begränzten Wolke bei vollkommenster Windstille wol über 10 Minuten, ohne irgend einen Blitz zu entdecken.

In kurzer Zeit fallen dann, meist mit Regen vermischt, aus der Wolke Eiskörner, welche manchmal einen Durchmesser bis zu vier Zoll haben; gleichzeitig erhebt sich der Wind, welcher die Hagelwolke weiter treibt, meistens durchzucken sie dann Blitze und das Barometer fällt bei abnehmender Temperatur.

In dem soeben bezeichneten Falle trieb dann ein mäßiger Wind die Hagelwolke an den nächsten bewaldeten Höhenzug bei Dittersbach, wo sie erst ihren ganzen Vorrath absetzte, ohne daß nur ein Regentropfen oder Hagelkorn an dem Beobachtungsorte selbst gefallen wäre.

Der Hagelfall beschränkt sich auf die kurze Zeit einiger Minuten und nimmt gewöhnlich eine nicht sehr ausgebreitete längliche Strecke ein, die von den benachbarten oft wunderbar scharf abgeschnitten ist, wie wenn ein Säemann während des Gehens eine Handvoll Samenkörner ausstreut. Ich erinnere mich eines Falles, daß es auf dem Gehöfte eines Landgutes in der Provinz Posen hagelte, während in dem dahinter befindlichen Garten auch nicht ein Korn fiel.

Die Eiskörner sind in der Mitte meist undurchsichtig und bestehen aus theils durchsichtigen, theils durchscheinenden, einander umschließenden Eisschalen, die sich beim Zerschneiden der Körner erkennen lassen. Die Menge ist manchmal, namentlich gegen die Mitte der Hauptstrecke, so bedeutend, daß sie den Erdboden mehre Zoll hoch bedecken, und ihre Temperatur eine so niedrige, daß das Thermometer selbst längere Zeit nach dem Fallen noch $- 4^0$ R. $= 5^0$ C. zeigt.

In den kalten Zonen finden Hagelfälle nicht statt; in der heißen nur an hohen Bergen; in den gemäßigten entsteht er nur im Sommer, fast nur am Tage, vorzüglich nachmittags, wenn es sehr heiß gewesen ist und die Atmosphäre mit Dünsten fast gesättigt ist.

Wie vor einem Gewitter, so sieht man auch oft schon lange vor einem Hagelwetter in der Höhe der Atmosphäre eine doppelte Luftströmung, während die Luft an der Erdoberfläche ziemlich ruhig ist.

So hätten wir nun die Erscheinung sammt den Bedingungen zu ihrer Entstehung kennen gelernt.

Bei der Erklärung, welche man zur Aufhellung dieser räthsel-

haften Erscheinung versucht hat, fand man bisher die größte Schwierigkeit in der, inmitten hoher Wärme ziemlich plötzlich entstehenden und auf einen verhältnißmäßig kleinen Raum beschränkten, sehr bedeutenden Abkühlung.

Man stellte die Ansicht auf, daß die Kälte durch Verdunstung an der oberen Gränze der Hagelwolke entstehe, indem sie von der hochstehenden Sonne beschienen wird. — Es ist allerdings zweifellos, daß bei der Verwandelung des Wassers in sichtbare Dünste und der Dünste in unsichtbaren Dampf Wärme verbraucht, also dieselbe im ersten Falle dem Wasser, im zweiten den Dünsten, die sich als Wolken zeigen, entzogen wird. Wir nehmen dies ja z. B. ganz einfach wahr, wenn wir die angefeuchtete Hand in die Luft halten, wobei die Flüssigkeit auf der Hand verdunstet und dieser die dazu erforderliche Wärme entzogen wird, wodurch in uns das Gefühl der Kälte entsteht. — Aber ist es wol glaublich, daß die Verdunstung an der oberen Wolkenfläche ein Herabgehen der Temperatur von etwa + 25 Gr. bis auf — 5 Gr., und vielleicht noch mehr, in dem tieferen Theile der Wolke zu erzeugen imstande ist?

Die Verdampfung der Dünste in dem obersten Theile der Wolke müßte rascher geschehen, als es in der darüber befindlichen Luft, wenn sie auch durch die Sonne erwärmt wird, überhaupt möglich ist. Durch schnelle Verdampfung von Schwefeläther im luftleeren Raume kann, wie im großartigeren Maßstabe zuerst auf der Londoner Weltausstellung gezeigt wurde, in ziemlich kurzer Zeit Wasser in Eis verwandelt werden. Bei der Wolke aber fehlen die beiden Hauptbedingungen: der luftleere Raum und die rasche Verdunstung. Dazu kommt, daß die entwickelte Kälte nur sehr langsam durch die dichte Wolke nachunten dringen kann, zumal dieselbe von der Erde aus fortwährend erwärmt wird. Der Gedanke, daß die ziemlich bedeutende und plötzlich entstehende Kälte eine Folge der durch die Sonne veranlaßten Verdunstung sein könne, muß völlig aufgegeben werden. — Ein wichtiges

Moment ist hierbei noch, daß, wenn auch die meisten, so doch nicht alle Hagelfälle am Tage oder während des Sonnenscheins stattfinden. Ist aber die Sonne untergegangen, so fällt die durch sie bewirkte Verdunstung und Abkühlung der Hagelwolke von selbst weg.

Schon Volta hat eine Theorie der Hagelbildung gegeben, und ich bin der Meinung, daß man an einige seiner Principien anschließen könne, um mittelst noch anderer, physikalisch feststehender Thatsachen zu einer alle Seiten der Erscheinung aufhellenden Erklärung zu gelangen.

Bei einem hohen Stande der Sonne über dem Horizonte ist die Wärmeentwickelung an der Erdoberfläche bedeutend und die Wärmedifferenz zwischen den niedrigen und den höheren Schichten der Atmosphäre wächst mit der Erhebung der Sonne, ist also um das Sonnensolstitium und die Mittagszeit am größten. Eine große Differenz bleibt natürlich auch einige Zeit nachher und selbst nach Sonnenuntergang.

Findet, wie es im Sommer häufig der Fall ist, in den oberen Schichten der Atmosphäre eine weit ausgedehnte horizontale doppelte Strömung der Luft nach verschiedenen Richtungen statt, so hindert diese Strömung das Aufsteigen der wärmeren Luft an der Erdoberfläche.

Daraus entspringen zunächst zwei Wirkungen: 1. entwickeln sich an der Erdoberfläche bei der hohen Temperatur viele Dünste, welche in kurzer Zeit die stagnirende Luft sättigen, so daß wir selbst auch weniger ausdünsten können und deshalb das Gefühl drückender Schwüle empfinden; 2. entsteht durch die Reibung der zwei ungleich warmen Luftströmungen entgegengesetzte Electricität, deren Spannung sich nach und nach vergrößert und wobei, nach der Analogie anderer Erscheinungen, die untere warme Schicht positiv, die obere kalte negativ wird.

An der horizontalen Gränze beider Schichten wird nun eine allmälige schwache Abgleichung, d. h. eine Verbindung der positiven

und negativen Electricität ohne eine merkliche äußere Funkenerscheinung stattfinden. Wären die Wolken nicht Schicht-, sondern Haufenwolken mit Hervorragungen, so würden wir Entladungen mit Blitz und Donner, oder ein Gewitter haben.

Bei jeder Verbindung entgegengesetzter Electricitäten durch die Luft wird diese ausgedehnt, bei jeder Ausdehnung eines Körpers wird Wärme gebunden oder es vermindert sich die fühl- und meßbare Wärme. Wird nämlich ein Körper von bestimmter Masse gezwungen, einen größeren Raum einzunehmen, so ist es in diesem Raume kälter als im vorigen.

Durch die Ausdehnung der Luft zwischen den beiden Strömen wird zugleich ein Druck auf die beiden Luftschichten darin ausgeübt; wird aber die Luft zusammengedrückt, so wird der darin enthaltene Wasserdampf in sichtbare Dünste, in Nebel, verwandelt. Es bilden sich auf diese Weise in der vorher mehr oder weniger durchsichtigen Luft Wolken, die sich unter der Fortdauer der obigen Bedingungen fortwährend vergrößern und verdichten. Dadurch, daß sich der Wasserdampf an dem Orte der Erscheinung zu Nebeldünsten verdichtet, ziehen sich die anderen Dünste aus der Umgebung dorthin, um das Gleichgewicht herzustellen und auf diese Weise vergrößern und verdichten die Wolken sich ziemlich rasch.

Damit sich nun die entgegengesetzten Electricitäten der beiden horizontal abgegränzten Wolkenschichten verbinden können, dienen die leichtbeweglichen Dunstkügelchen derselben als Träger: die unteren der oberen Schicht werden von den gleichnamig electrischen dieser Schicht nach der unteren abgestoßen und gleichzeitig von der unteren angezogen. Auf ihrem Wege gelangen sie durch die kalte Region, gefrieren darin zu Schnee, werden aber an der oberen Gränze der unteren wärmeren zumtheil geschmolzen und bilden so den undurchsichtigen Kern des Hagelkornes, eine Art Graupelkorn. Da nun diese Graupelkörner in der unteren Wolke nicht nur ihre Electricität verloren, sondern sogar die entgegen-

gesetzte, nämlich die der unteren Schichte bekommen haben, so werden sie von dieser Schichte, welche sie wegen ihrer Leichtigkeit noch nicht durchdringen können, nachoben abgestoßen und zugleich vonobenher durch die ihnen jetzt entgegengesetzte Electricität der oberen Schicht angezogen. Auf diesem Wege durch die kalte Region gefrieren die Dünste, welche sich unten um das Graupelkorn ringsum noch angesetzt hatten und es bildet sich um den Kern eine Eisschale. Nachdem das kleine Eiskorn mit der oberen Schicht unterhalb in Berührung gekommen ist, hat es dieselbe Electricität, wird also nachunten abgestoßen und zugleich vonunten angezogen, belegt sich unten in der wärmeren Wolke mit einer zarten Wasserschicht, die wie die erste auf dem Rückwege nachoben gefriert, und so bilden sich durch das fortwährende Spiel zwischen den beiden Wolken, welches durch die Verdünnung der zwischen ihnen befindlichen Luft befördert wird, mehr und mehr Eiskrusten um den Kern, bis endlich die Eiskörner so schwer geworden sind, daß die nach und nach verminderte Electricität sie nachoben zu treiben nicht mehr imstande ist und sie endlich durch die untere Wolke zur Erde fallen.

Die zwischen den Wolken befindliche Luftschicht ist, weil ihr durch die Hagelkörner die Dünste entzogen werden, verhältnißmäßig recht trocken und ist so imstande die beiden electrischen Wolken längere Zeit voneinander zu isoliren und fern zu halten, so daß nur die einzelnen Hagelkörner als Zwischenträger gelten.

Die Größe und Menge der Hagelkörner hängt in geradem Verhältnisse von der electrischen Spannung der Wolken, ihrer Nähe und der Menge der in ihnen vorhandenen Dünste ab. Wenn die bei der Hagelbildung stattfindende Abkühlung zu schnell in die untere Wolke eindringt, so fällt gleichzeitig mit dem Hagel noch Regen, und erreicht die Abkühlung überhaupt noch nicht den Gefrierpunkt, so haben wir einen bloßen Gewitterregen, der wegen der oft ziemlich hohen Temperatur der unteren Wolke recht warm sein kann.

Dadurch, daß die Eiskörner auf ihren Wegen zwischen den beiden Wolken öfters an einander stoßen, zumal die kleineren sich schneller bewegen müssen als die größeren, entsteht vorzüglich das Geräusch, wobei freilich auch die Wahrscheinlichkeit nahe liegt, daß bei den vielen kleinen electrischen Entladungen auch ein Zischen entstehen muß. Auch kommt es nicht selten vor, daß einzelne Blitze zwischen den beiden Wolken zucken, besonders wenn die Wolken theilweise eine Haufengestalt haben. Aber Blitze sind bei der Hagelbildung nicht durchaus erforderlich, wie ich dies selbst bemerkt habe, ja sie sind sogar ein Zeichen eines schnelleren und weniger gefährlichen Verlaufes der Erscheinung, indem sich dadurch die entgegengesetzten Electricitäten beider Wolkenschichten rascher ausgleichen und somit die Bedingung zur Bildung größerer Hagelkörner vermindert wird.

Weil die untere Wolkenschicht mittels der dunsterfüllten Luft mit der Erdoberfläche in leitender Verbindung steht, so wird ihr von dieser unerschöpflichen Quelle der Electricität lange Zeit hindurch solche zugeführt und so die electrische Spannung zwischen ihr und der oberen Wolke, ungeachtet ihrer fortwährenden theilweisen Entladung, aufrecht erhalten, so daß die Hagelkörner schon deshalb eine längere Zeit zwischen den beiden Wolken hin und her sich bewegen und vergrößern können.

Der nach einer Windstille bei einem Hagelwetter, wie bei einem Gewitter, meist einbrechende Sturm und das Fallen des Barometers rühren davon her, daß die zwischen den Hagelwolken ausgedehnte, und bei und nach dem Hagelfalle abgekühlte Luft einen kleineren Raum einnimmt, die darunter befindliche dadurch eine Bewegung nachoben annimmt, was sich häufig genug an dem bis zu bedeutenden Höhen aufgewirbelten Staube bemerklich macht, und daß die an der Erdoberfläche seitwärts befindliche rasch hinströmt. Da der Wind die Hagelwolke mit forttreibt, so ist der Hagel meist in einer länglichen, ziemlich scharf begränzten Bahn ausgesäet.

In seltenen Fällen, und zwar bei einem geringeren Wärmeunterschiede der beiden electrischen Wolken, ist der Hagel durch und durch schneeig und nähert sich dem Aussehen der Graupeln, ohne daß er wie diese entsteht, indem hier lose Schneeflocken aus höheren kalten Schichten in wärmere an der Erdoberfläche fallen, worin sie theilweise schmelzen und dabei nach den allgemeinen Gesetzen der Massenanziehung sich abrunden.

Sowohl in den kalten Zonen als in der heißen an der Erdoberfläche fehlen die Bedingungen zur Entstehung des Hagels, nämlich zwei horizontale Luftströme von sehr verschiedener Temperatur. In der heißen Zone ist eine merklich kältere Strömung nur an den Abhängen hoher Berge, an denen sie herabfließt und bei einiger Mächtigkeit sich über die heiße Luft des Thales oder der umgebenden Ebene lagert, da letztere, ungeachtet sie, durch die Wärme aufgelockert, leichter ist, durch ihre größere Spannung oder ihr Bestreben sich auszudehnen der kälteren und schwereren einige Zeit das Gleichgewicht hält, wobei dann die electrische Wechselwirkung als Bedingung zur Entstehung des Hagels eintritt.

3. Die Polarlichter.

Die Polarlichter (Nord- und Südlichter) oder, wie man sie mit Alexander v. Humboldt sachgemäßer nennen muß, die magnetischen Gewitter, gehören in ihrer reinsten Ausbildung zu den prachtvollsten, aber auch zu den räthselhaftesten Naturerscheinungen.

Da ich seit mehr als zwanzig Jahren mich mit ihrem Studium beschäftigt und auch das Glück gehabt habe, sowol in Europa als auch in Nordamerika eine Reihe vorzüglich ausgebildeter Lichter theils selbst zu beobachten, theils Berichte von Fachgenossen über sie zu erhalten; so meine ich in der Lage zu sein, eine Theorie aufstellen zu können, welche die verschiedenen Seiten der Erscheinung mit den durch physikalische Versuche ermittelten Thatsachen in eine vollkommene Uebereinstimmung bringt. Hier kann ich nur das Wesentlichste über sie anführen, indem ich mir vorbehalte, ihnen in der populären Kosmogenie eine ausführlichere Besprechung zu widmen.

Wir betrachten zunächst die Bedingungen für die Ausbildung eines magnetischen Gewitters in seiner vollendetsten Gestaltung. Dabei sind drei wesentliche Bedingungen maßgebend:

1) Die atmosphärische Electricität in zwei ungleich-warmen horizontalen Luftschichten, wobei die positive Spannung in der oberen warmen (südlichen), die negative in der unteren kalten (nördlichen) Strömung zu suchen ist. Von besonderem Interesse sind in dieser Beziehung die früher wissenschaftlich gar nicht gekannten Horizont- und die Streifenlichter. Das Ergebniß der

namentlich 1858 (vor Dr. Groth) von mir mit ausdauerndem Eifer angestellten hierher gehörigen Beobachtungen und Untersuchungen habe ich in meinem „Handbuche der Physik", zweite Auflage Theil II. S. 304, 307, 309, 473 angegeben.

a. Das Horizontlicht. Ist die Luft durch längere Zeit sehr warm und trocken gewesen (große Psychrometer-Differenz), so erscheint an windstillen und heiteren Tagen im Osten und Nordosten dicht am Horizonte kurz nach Sonnenuntergang und kurz vor Sonnenaufgang ein weißliches, in kurzen Pausen schnell dahin fliegendes Glimmlicht.

Der Grund dafür liegt in dem electrischen Gegensatze, welcher sich in zwei übereinander lagernden Luftschichten mit ungleichen Temperaturen bildet. Die untere Schicht ist in beiden Fällen die kältere, denn sie kühlt nach Sonnenuntergang durch Ausstrahlung bald bis auf 6 und 8 Fuß Höhe ab, während die darüber befindliche noch warm bleibt; die obere wird dagegen beim Sonnenaufgange bereits erwärmt, während die untere, in der Nacht abgekühlte von den Sonnenstrahlen noch nicht getroffen wird.

Die an der Gränze der beiden Luftschichten beginnende Ausgleichung der beiden electrischen Spannungen verbreitet sich augenblicklich über beide Schichten auf einen Augenblick mit einem gemeinsamen weißlichen Lichte und nur selten zeigen sich Roth und Blau getrennt für die positive und negative Electricität beziehungsweise in der warmen und kalten Luftschicht.

b) Die Streifenlichter gehören meist sehr hohen Gebieten der Atmosphäre an. Sie entstehen auch nur nach längerer Trockenheit an heiteren, windstillen Tagen und zwar dann, wenn zwei obere sanfte Luftströmungen von etwas ungleicher Temperatur, eine nördliche und eine südliche, einander stauen. Dringt dann der kalte Strom einwenig in den warmen, so entsteht winkelrecht auf der Stromrichtung ein oft sehr langer zarter Dunststreifen, über welchen zeitweise ein matter Lichtschein fliegt. Dringt nachträglich der warme Strom in ihn ein, so werden seine Dünste

aufgelöst und er verschwindet. Oft aber findet man, daß sich nach einiger Zeit, ohne daß sich jener erste Streifen aufgelöst hat, durch weiteres Vordringen der kalten Strömung ein zweiter gleichlaufender, dann ein dritter u. s. w. (bis zu sieben habe ich beobachtet) bei gleicher Veranlassung bildet, und dann fliegt das Glimmlicht durch alle Streifen. Die weiteren Folgen bestehen entweder in einer gänzlichen Auflösung aller Streifen oder in einer ausgedehnteren Trübung der ganzen Atmosphäre, jenachdem der Süd- oder der Nordstrom siegt. Das siegreiche Hereintreten einer wärmeren und leichteren Luftströmung hat sich mir wiederholt durch das Fallen des Barometers angezeigt, ungeachtet die untere Strömung eine nördliche wurde. — Die Polarlichter verlangen zu ihrer vollkommenen Ausbildung eine heitere Atmosphäre mit zwei übereinander gehenden sanften Strömungen von ungleicher Temperatur, in denen sich statische oder Spannungselectricität entwickelt.

2) Das zweite Moment für die Entstehung der magnetischen Gewitter liegt in der dynamischen (in Bewegung begriffenen) Thermoelectricität an der Erdoberfläche. Verfolgt man die Punkte, in welchen die Erdoberfläche von dem lothrecht auf sie gelangenden Sonnenstrahle getroffen wird, so findet man, daß sie alle während der Axendrehung der Erde im Laufe eines Jahres in einer zwischen den beiden Wendekreisen befindlichen Spirale liegen. Die Spiralbewegung dieses Punktes geht in dem einen halben Jahre (vom 21. December bis 21. Juni) von Süden nach Norden, in dem anderen (vom 21. Juni bis 21. December) zurück von Norden nach Süden, aber ohne ihre Bewegungsrichtung von Ost nach West zu verändern, so daß also die Erde von einem sogenannten thermoelectrischen Strome fortwährend umkreiset wird. Den Erfolg davon werden wir sogleich erkennen.

Hält man eine Stange aus weichem Eisen in der Richtung von Süden nach Norden, windet man um sie einen mit Seide umsponnenen (also isolirten) Kupferdraht in einer von Süden nach

Norden links gewundenen Spirale (oben, links, unten, rechts u. s. w.) und läßt man durch sie in dieser Richtung, also grade wie bei dem um die Erde geführten lothrechten Sonnenstrahle, einen positiv-electrischen Strom gehen, so wird das Südende des Stabes grade so wie die Erde in der südlichen Halbkugel positiven, das Nordende wie die Erde in der nördlichen Halbkugel negativen Magnetismus zeigen. Wäre nämlich unser zum Magneten gewordener Stab horizontal frei und leicht beweglich angebracht, so würde er nicht mehr so stehen bleiben, sondern sich umkehren, indem sein positiver Magnetismus von dem gleichnamigen in der Südhälfte der Erde abgestoßen und von dem negativen Magnetismus der nördlichen Erdhälfte angezogen wird.

Dieses stimmt mit der Erfahrung vollkommen überein, indem der sogenannte Nordpol (das nach Norden gerichtete Ende) einer horizontal freischwebenden Magnetnadel mit ihrem positiven Magnetismus nach Norden hinweiset, wo die Erde zufolge der angegebenen Richtung der Thermoströme inderthat negativen Magnetismus haben muß. Wenn wir also die Entstehung des Erdmagnetismus in der oben angegebenen Weise festhalten, so ist dem bekannten physikalischen Gesetze, daß gleichgerichtete Ströme (bei der Magnetnadel und der Erde), wie sie ungleichnamige Pole haben, einander anziehen, vollkommen genügt. Zeichnet man auf zwei Stäbe die Stromrichtungen und gibt darauf auch die Polaritäten an, so ist dieses augenscheinlich gemacht.*)

Weil nun die beiden großen Kontinentalmassen der Erde, die östliche und die westliche, durch zwei hauptsächlich von Norden nach Süden sich erstreckende Meere geschieden sind und weil Wasser ein schlechterer Leiter für die Electricität ist als das Festland; so zeigt die Erdoberfläche einen doppelten Magnetismus, einen östlichen und einen westlichen, und unsere Deklinationsnadel stellt

*) S. Ph. Spiller: Die Entstehung der Welt und die Einheit der Naturkräfte. Populäre Kosmogenie. S. 411.

sich dazwischen stets in die Gleichgewichtslage. Die durch die Wärmeunterschiede während der Axendrehung auf den beiden Ländermassen hervorgebrachte Veränderung in der Stärke ihres Magnetismus wird mit vollständiger Treue und Klarheit durch die Schwankungen (Variationen) der Magnetnadel angezeigt.

3) Als drittes Hauptmoment zur Beurtheilung der magnetischen Gewitter ist festzuhalten, daß für einen bestimmten Ort die Gesammtkraft des Erdmagnetismus sich geltend macht in einer Richtung, welche durch die Lage der magnetischen Neigungsnadel (Inklinationsnadel) angegeben wird.

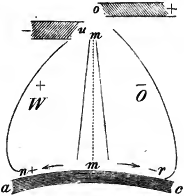
Ist ein Stahlstab in dem magnetischen Meridiane (d. h. in der durch eine in der Ruhelage befindliche Deklinationsnadel auf dem Horizonte lothrecht gelegten Ebene) um die durch seinen materiellen Schwerpunkt gelegte Axe drehbar angebracht, so schwebt der Stab leicht horizontal. Wird aber derselbe Stab dann magnetisirt, so senkt sich in unseren geographischen Breiten sein Nordpol herab, als ob seine Nordhälfte schwerer geworden wäre. In dieser Richtung des Magnetstabes wirkt nämlich der Erdmagnetismus amstärksten, aber seine Kraft nimmt nach einem allgemein giltigen Naturgesetze nachoben hin ab, wie die Quadratzahlen der Entfernung von der Erdoberfläche zunehmen.

Für die richtige Beurtheilung unserer Erscheinung ist noch festzuhalten, daß der in der Richtung der Deklinations- und Inklinationsnadel wirksame Erdmagnetismus auf der Westseite des magnetischen Meridians die positive, auf der Ostseite die negative Wirkung geltend macht.

Zunächst will ich nun aus diesen drei Haupterfordernissen das Thatsächliche der Erscheinung ableiten, dann angeben, welche Nebenbedingungen erfüllt sein müssen, um eine recht vollkommene Erscheinung hervortreten zu lassen, und endlich will ich die wichtigsten Bestätigungen für meine Theorie anführen.

In unserer nördlichen Halbkugel ist der obere warme vom Süden kommende Luftstrom eine Art von Südwestpassat, der

untere kalte von Norden kommende ein Nordostpassat. Der Südstrom eilt also, weil er von geringeren Breiten mit einer größeren nach Osten gerichteten Geschwindigkeit ankommt, als die Punkte der Erdoberfläche besitzen, über welche er gelangt, etwas nach Osten vor; der Nordstrom aber bleibt etwas nach Westen zurück, weil die von ihm aus nördlichen Gegenden mitgebrachte kleinere östlich gerichtete Geschwindigkeit ihn westlicher zurückhält, als die Orte der Erdoberfläche unter ihm nach Osten mit ihrer größeren Geschwindigkeit voraneilen. Wir müssen dieses Zurückbleiben und Vorangehen natürlich nur auf die Vordertheile der Luftschichten beziehen, welche sich eben in Bewegung setzen.



In der vorstehenden Zeichnung, welche nur einen höchst einfachen lothrechten Querschnitt der Erscheinung darbieten soll, bedeutet o die obere warme und positiv electrische Luftschicht, welche etwas nach Osten vorgeschoben ist, u die untere westlich zurückgebliebene kältere und negativ electrische Luftschicht; ac soll einen Theil der Erdoberfläche, mm die Richtung des magnetischen Meridians bedeuten, wobei zugleich die nachobenhin abnehmende Stärke des Erdmagnetismus angedeutet ist. Der positive Strom n der Thermoelectricität geht westwärts vom magnetischen Meridiane nach Westen, der negative r ostwärts davon nach Osten.

Als wesentliche Vorbedingungen für das Entstehen der Erscheinung in ihrer vollen Pracht sind anzusehen:

1) **Trockenheit der Luft über der Erdoberfläche. Ich selbst habe bei gut ausgebildeten Polarlichtern stets eine große, 8 bis** 10 Grade betragende Psychrometerdifferenz gefunden, und bei dem herrlichen amerikanischen vom 15. April 1869 zeigte das von mir kurzvorher dahin geschickte neue August'sche Hygroskop auf Null. Schon von Harvie (16. September 1789), Lampadius und Anderen ist diese Bedingung als eine nothwendige und zutreffende erkannt worden. Ist die Luft bis zu hohen Strecken in der Atmosphäre nicht trocken genug, so geschieht die electrische Ausgleichung nicht durch anhaltendes Glimmlicht.

2) Sodann sind erforderlich recht sanfte horizontale, also parallele Luftströme, damit durch sie eine electrische Spannung recht lange aufrecht erhalten werde und eine Abgleichung zwischen ihnen nicht eintrete, wie es im Gegentheile und bei uneben gestalteten Wolken so leicht vorkommt.

Der ganze, seinem Wesen nach einfache Vorgang ist dann folgender. Der positive Strom n der Thermoelectricität an der Erdoberfläche geht an der Westseite des magnetischen Meridians aufwärts als Glimmlicht entgegen der in der unteren kälteren Luftschicht u enthaltenen negativen Spannungselectricität, und der negative Thermostrom r geht an der Ostseite des magnetischen Meridians aufwärts, entgegen der positiven Spannungselectricität in der oberen warmen Schicht o.

Es ist von verschiedenen Naturforschern, z. B. von Biot, von Anderen auch in Schweden auf hohen Bergen, mit aller Bestimmtheit beobachtet worden, wie ein leuchtender Rauch oder ein sehr zarter Lichtnebel sich vom Erdboden an emporgehoben und zu einem Polarlichte ausgebildet hat. — Bei dem Polarlichte, welches am 26. Februar 1867 im nordöstlichen Sibirien erschien, schossen die Lichtbogen von beiden Seiten aufwärts. — Bei dem großen Polarlichte vom 4. Februar 1872 sah man zu Bom die Strahlen

vom westlichen und östlichen Horizonte aus auch fast gleichzeitig aufsteigen. — Nach lange anhaltend trockener Luft habe ich sogar von einem sehr erwärmten nach Norden abfallenden Ziegeldache bei einem nach Sonnenuntergang sich erhebenden sanften Nordwest einen feuerrothen Lichtnebel wiederholt aufsteigen gesehen. (Siehe mein Handbuch der Physik Bd. II. S. 308.)

Die Vereinigung des vonunten aufsteigenden negativen Thermostromes mit dem positiven der Spannungselectricität des warmen Luftstromes wird ohne eine unnatürliche Durchbrechung der unteren kalten und selbst auch negativelectrischen Luftschicht zu bewirken, durch zwei Umstände ermöglicht, nämlich dadurch,

1) daß der obere Luftstrom bei seiner Bewegung etwas über den unteren nach Osten sich vorschiebt, während der untere westlich zurückbleibt, und

2) daß die negative Electricität des unteren Luftstromes durch die negative des östlich aufsteigenden Thermostromes nach Westen abgestoßen und dadurch gleichzeitig die Verbindung des westlich aufsteigenden positiven Thermostromes mit dieser negativen Spannungselectricität der unteren Wolke erleichtert wird.

Weil die Wirkungskraft des Erdmagnetismus, welcher sich an der Westseite seines Meridians positiv, an der Ostseite negativ äußert, mit zunehmender Entfernung von der Erdoberfläche abnimmt, so wird er die westlich und östlich von ihm aufsteigenden, beziehungsweise positiven und negativen Thermoströme zwar abstoßen, aber je höher hinauf um so weniger.

Die beiden aufsteigenden Thermoströme werden ammeisten auseinander gehalten in der Richtung der magnetischen Neigungsnadel des Beobachtungsgebietes und dort bleibt eine Art länglich runder Oeffnung, die Krone, in der Lichterscheinung, so daß man durch sie in den Weltraum sehen und die dort befindlichen Sterne erkennen kann. Die Entstehung der Krone wird noch dadurch befördert, daß der östliche Thermostrom auf die untere, der westliche auf die obere Luftschicht abstoßend wirkt. Bei hoch hinaufreichenden

Lichtern wird die Krone durch die in verschiedenen Höhen einander kreuzenden electrischen Ausgleichungen verwischt, indem dort selbst in der Richtung der magnetischen Neigung der Erdmagnetismus zu schwach ist, als daß er die beiden aufsteigenden Ströme auseinander halten und ihre Verbindung mit den oberen Electricitäten verhindern könnte. In solchen Fällen ist die Krone mit einem Gewebe zarter Lichtfäden überzogen.

Uebrigens würde die Erscheinung vorläufig aussehen wie ein halbcylindrisches Tonnengewölbe, gebildet von zwei aufsteigenden Lichtwänden, versehen mit zwei nach dem magnetischen Norden und Süden gerichteten Oeffnungen, welche die Gestalt eines Kreisabschnittes haben und uns unter dem Namen des dunklen Segmentes in den lichtlosen Weltraum sehen lassen. Bei gut ausgebildeten Lichtern kann man durch diese dunkel erscheinende Stelle, welche in unserer Halbkugel nach Süden hin sich weniger gut ausbildet, Sterne bis zur sechsten und siebenten Größe sehen. Ich habe darüber eine sehr große Anzahl von durchaus glaubwürdigen Beobachtungen aufgefunden, welche bis in den Anfang des 17. Jahrhunderts zurückreichen. Wenn sich freilich die beiden zur Entstehung eines schönen Polarlichtes so wesentlich nothwendigen Luftströme mehr oder weniger vermischen oder die Atmosphäre am Horizonte getrübt ist, so erscheint an jener Stelle wol auch eine dunklere Wolke, aber sie muß, weil wir sie durch die Oeffnung des mehr oder weniger, bisweilen sogar sehr schlecht ausgebildeten Lichttunnels wahrnehmen, uns zufolge des Kontrastes auch, wenigstens annähernd wie ein Kreisabschnitt sich zeigen, ohne daß sie inwirklichkeit diese Gestalt besitzt. Die Wolke kann man wol schon in der Dämmerung erkennen, noch nicht aber den sie umschließenden Lichtbogen.

Nun ist ferner zu bemerken, daß und warum wir das Licht nicht wie ein Tonnengewölbe sehen, sondern in einer kuppelförmig zusammenlaufenden Gestalt. Der Grund davon liegt in derselben optischen Täuschung, zufolge welcher es scheint, als

liefen die auf Dünste durch Wolkenlücken scheinenden Sonnenstrahlen nachoben zusammen, oder zufolge welcher der gesternte Weltraum wie ein über unseren Horizont ausgespanntes halbkugelförmiges Gewölbe sich uns darstellt. Es ist wol selbstverständlich, daß nicht blos verschiedene Polarlichter je nach dem Grade ihrer Ausbildung und der Oertlichkeit ihres Auftretens, sondern daß auch ein bestimmtes je nach dem Standpunkte des Beobachters und seiner Entfernung von dem Hauptherde der electrischen Thätigkeit sehr verschieden, ja zumtheil äußerst verworren erscheinen müssen. In derjenigen Zone, in welcher diese Lichter amhäufigsten vorkommen, sieht man sie von seinem Standpunkte aus öfters theils nördlich, theils südlich, weil jedes einzelne in jedem Augenblicke seines Auftretens selten eine sehr weite Erstreckung von Norden nach Süden hat. In solchen Fällen erscheinen sie bogenförmig, wie es die Projection des Lichttunnels, in dessen verlängerter Achse man sich befindet, verlangt. Nur wenn der Beschauer östlich oder westlich von der Erscheinung sich befindet sieht man scheinbar unregelmäßig einander durchkreuzende Lichtpartien, welche der Ost- und der Westseite des Tunnels angehören.

Im Herbste 1860 kam es vor, daß auf der Hochebene von Kingston im Staate New-York zwei Lichter, ein nördliches und ein südliches, einander entgegen wuchsen und im Zenith des Beobachters zusammentrafen. Jenes war roth, dieses bläulichweiß, wie es beziehungsweise die Farben der positiven und negativen Electricität sind.

Nun ist endlich noch zu ermitteln, warum wir nicht leuchtende ununterbrochene Flächen, sondern Streifen mit wechselndem Farbenspiel sehen, welche getrennt sind durch hellgraue Zwischenräume, durch die man nicht selten die Sterne auch erkannt hat.

Es steht durch eine Reihe physikalischer Thatsachen fest, daß der Magnetismus die sogenannten electrischen Ströme ablenkt und auch das electrische Licht beeinflußt. Ich meine schon vor einer langen Reihe von Jahren mit aller Bestimmtheit nachgewiesen zu

haben (siehe meinen Grundriß der Physik und auch die Populäre Kosmogenie), daß Magnetismus und Spannungselectricität ihrem Wesen nach dasselbe sind, und nur wegen der Körperstoffe, an denen sie erscheinen, Verschiedenheiten darbieten. Es ist also auch nothwendig, daß sie bei ihren Wirkungen aufeinander mittelst eines Zwischenstoffes, der uns als electrisches Licht erkennbar ist, die bekannten Koinzidenz- und Interferenz-Erscheinungen zeigen müssen, jenachdem die Schwingungsrichtungen dieselben oder entgegengesetzte sind. (Ich habe nämlich in meinen Schriften nachgewiesen, daß Magnetismus und Electricität Schwingungserscheinungen von ganz bestimmter Art sind.) Demnach ist klar, daß der Erdmagnetismus, welcher wie ein in der Richtung des magnetischen Meridians liegender Stabmagnet die Achse der Erscheinung insich enthält, mit seiner polaren Gegenwirkung die Streifen hervorbringt, wie wir sie ähnlich im electrischen Eie erkennen. Die im Ost und West aufsteigenden Lichtstreifen mit den sternhellen Zwischenräumen stehen daher auch winkelrecht auf dem magnetischen Meridiane und die in ihnen aufblitzenden Strahlen gehen mit der Neigungsnadel des Beobachtungsortes parallel, weil die thermoelectrischen Ströme auf ihr lothrecht stehen.

Die Schwingungszahlen des electrischen Lichtes werden zumtheil durch die in der Luft befindlichen Dünste und andere Stoffe in der Weise abgeändert, daß die gewichtigeren Stoffe die Schwingungszahl verkleinern und eine dem Roth näher liegende Farbe geben (dichte Wolken leuchten daher feuerroth), während die leichteren eine dem Blau mehr entsprechende Farbe zeigen.

Die oft ziemlich lebhafte Bewegung innerhalb der Streifen ist zurückzuführen theils auf den durch die Beschaffenheit der Erdoberfläche bedingten Wechsel in der Stärke der thermoelectrischen Ströme während der Achsendrehung der Erde und ihrer Ausgleichung mit der statischen Electricität, theils auf die durch die Luft hervorgebrachte Bewegung der mitleuchtenden Dünste.

Sollte die von mir über das Wesen der Polarlichter hier aufgestellte Hypothese nicht schon durch die bisherigen Mittheilungen das Gewicht einer Theorie erlangt haben, so will ich schließlich noch einige bestätigende Thatsachen anführen.

Die von Ost und West aufsteigenden Lichtstreifen erheben sich nicht alle mit gleicher Geschwindigkeit und zu gleicher Höhe, kommen auch nicht immer zusammen, sondern verlieren sich manchmal in dichte Wolken, oder schieben sich bisweilen sogar übereinander weg, ohne sich miteinander, wol aber mit den beiden Luftströmungen zu verbinden, deren Electricität entgegengesetzt ist.

Wichtig für die Theorie ist auch das Verbreitungsgebiet. Es kann nach ihr nur diejenigen Strecken der Erdoberfläche umfassen, in welchen bei der Achsendrehung der Erde hinreichend große Wärmeunterschiede, also auch hinreichend kräftige thermoelectrische Ströme auftreten. Jene Unterschiede sind weder in der heißen Zone, noch innerhalb der beiden Polarzonen, namentlich im Gebiete der Kältepole (des nordamerikanischen und des neusibirischen — 70 Gr. n. Br., 130 Gr. östl. L.) groß genug, um unsere Erscheinung zu ermöglichen. Dem Beobachter an der Westküste Grönlands erscheinen sie östlich, dem an der Ostküste westlich, aber auch nur schwach.

Zu der Berücksichtigung der geographischen Breite kommt aber auch noch die Beschaffenheit der Ländergestaltung, ob nämlich dieselbe weit ausgedehnte Luftströmungen in Meridianrichtung stört oder zuläßt. In der östlichen Halbkugel kann man das mittlere Verbreitungsgebiet zwischen 56 Gr. und 71 Gr. Breite setzen, auf der westlichen zwischen 51 Gr. und 62 Gr., obwol sie namentlich auf der letzteren bisweilen viel südlicher auftreten, so z. B. am 15. April 1869 sogar in einer Breite von 37 Gr. — Daß die Zone für die größte Anzahl der Polarlichter in der alten Welt nördlicher liegt als in der neuen, hat offenbar darin seinen Grund, daß jene eine größere Erstreckung von Osten nach

Westen hat als diese, so daß dort die Wärmeunterschiede sich eher und schärfer ausprägen können als hier. — Weil in der südlichen Halbkugel wegen des Mangels an zusammenhängendem Festlande die Erregung des Thermomagnetismus schwächer ist als in der nördlichen, so sind die Südlichter weit seltener und schwächer als die Nordlichter und beschränken sich nur auf die Südspitze Südamerikas.

Man darf nicht meinen, daß die Krone der Polarlichter eine ganz bestimmte Stellung für einen bestimmten Beobachtungspunkt in verschiedenen Zeiten einnimmt. Bei dem großen amerikanischen Nordlichte hat es sich ganz entschieden gezeigt, daß sie mit der ganzen Erscheinung, welche eine mit den Luftströmungen übereinstimmende Bewegung nach Nordosten annahm, langsam fortschritt.

Für die electrische Natur der Polarlichter spricht nicht nur der Umstand, daß ihr Licht polarisirt ist, sondern auch die Erfahrung, daß es in ihrem Gebiete keine oder nur selten auftretende Gewitter gibt. Es ist aber ein gewisses Gränzgebiet oder eine gewisse Zwischenzone, in welcher beide Erscheinungen abwechseln oder auch ineinander übergehen. Ich habe diese Erscheinung sowohl in Europa als auch in Amerika zu oft beobachtet, als daß ich nur den geringsten Zweifel darüber hegen sollte. Bei schweren Nachtgewittern habe ich durch die Lücken der tiefdunklen Wolken das weiße Glimmlicht hoch darüber leuchten gesehen, wenn auch die Sonne bereits lange unter dem Horizonte stand, so daß jede Täuschung unmöglich war. In Gilberts Annalen LXXV. 86 wird auch ein Nordlicht über den Wolken beschrieben, bei welchem die electrische Ausgleichung schlüßlich durch Blitze zwischen ihnen stattfand. In anderen, sogar nicht wenigen Fällen werden Wolken über trockener Luft auf eine längere Dauer electrisch leuchtend. Am 5. August 1860 stand eine solche Wolke eine volle Stunde über Cincinnati. Bisweilen bricht dann auch ein Gewitter los. Auch der so nüchtern

beobachtende Benjamin Franklin sagt, daß die Wolken bisweilen schon amtage die Form von Nordlichtern annehmen.

In diesen Uebergangsgebieten sind die Lichter sehr selten gut ausgebildet, sondern zeigen sich nur als anhaltender weißlicher Lichtschein mit einzelnen dahinfahrenden Strahlen ohne besondere Färbung. — Die Uebergänge bei nicht hinreichend trockener Luft werden auch von anderen Beobachtern vielfach bestätigt, z. B. von Dalton bei dem Nordlichte vom 23. Februar 1805, von Farquharson in Phil. Trans. 1829 p. 118 und 1830 p. 108, von Blakader im Edinb. Phil. Journ. N. Ser. VI. p. 342.

Auch die Zeit des Erscheinens für einen bestimmten Ort bezeugt die Richtigkeit der aufgestellten Theorie. Weil nämlich mit vorschreitender Nacht die Wärmeausgleichung auf der Erdoberfläche in einem mehr und mehr sich erweiternden Gebiete um den Beobachtungsort zunimmt, so sind die magnetischen Gewitter gegen 11 Uhr abends zwar noch recht lebhaft, zumal die früher vorhergegangene Dämmerung ihren Eindruck abschwächt, aber gegen 1 Uhr in der Nacht verschwinden sie. Diese naturgemäße Erfahrung ist wieder durch das große amerikanische Nordlicht vom 15. April 1869, über welches ich aus 14 Orten genaueres Beobachtungsmaterial erhielt, vollkommen bestätigt worden. — Die Erfahrung, daß die Anzahl der Polarlichter im December und Juni amkleinsten ist, scheint auch hierher zu gehören. — Bei dem großen Polarlichte vom 4. Februar 1872 hat Tacchini das Vorhandensein einer großen Anzahl von Sonnenflecken und Protuberanzen erkannt; überhaupt aber hat Fritz aus der Zusammenstellung einer außerordentlich großen Anzahl von Polarlichtern des mittleren Europa für das Erscheinen derselben eine 11,11 jährige (außerdem eine von 55,6 Jahren) Periode aufgefunden. Wir haben uns in einem früheren Artikel über das zusammengehörige Auftreten der Sonnenflecken, magnetischen Variationen, Polarlichtern und Erdbeben ausgesprochen.

Die allbekannte Erfahrung, daß schon blos gewöhnliche

electrische Gewitter die Erdoberfläche und die Gegenstände auf ihr, z. B. die Telegraphendrähte, durch electrische Vertheilung beeinflussen, findet in erhöhtem Maße bei den magnetischen Gewittern statt. Je nach dem Grade derselben können die telegraphischen Schwingungen im Drahte mehr oder weniger gehemmt, völlig aufgehoben oder gar so in die entgegengesetzte Spannungsrichtung versetzt werden, daß man ohne electrische Batterie durch die Magnetoelectricität des Polarlichtes telegraphiren kann. Das große mehrerwähnte amerikanische Polarlicht gab Ersatz für mehr als 200 Batterien. — Kommen bei der Magnetnadel außergewöhnliche Störungen vor, so sind sie die Folge eines magnetischen Gewitters, welches nicht gerade im Beobachtungsorte sichtbar zu sein braucht. Die durch ein bestimmtes Polarlicht überhaupt hervorgebrachte größte magnetische Störung muß nicht grade mit dem Maximum der Intensität des Lichtes an demselben Orte zeitlich zusammentreffen. Die Achsendrehung der Erde bringt einen westlicher gelegenen Ort später, wenn überhaupt, in das Erscheinungsgebiet.

Der erste Gedanke durch Magnete zu telegraphiren.

Da das Telegraphiren nicht nur wissenschaftlich höchst interessant, sondern auch kulturhistorisch außerordentlich wichtig ist, so ist man auf das Prioritätsrecht der Erfindung bisher nicht wenig eifersüchtig gewesen. Bisjetzt hat man S. T. v. Sömmering als die erste Quelle angesehen. Ich finde aber in einem zu Paris im Jahre 1627 bereits in vierter Auflage herausgekommenen Büchelchen unter dem Titel:

> Récréation mathémathique, composée de plusieurs problemes plaisans et facetieux en faict d'Arithmétique, Géométrie, Méchanique, Optique et autres parties de ces belles sciences,

daß ein Holländer H. van Etten, welcher in der Widmung u. a. genannt wird Capitaine d'une Compagnie de Cuirasiers pour sa Majesté d'Espagne aux paybas, die erste Idee zu dem heute noch gebräuchlichen Telegraphiren mit zwei Buchstabenscheiben gegeben hat, indem er Magnete zur Anwendung bringen wollte, wenn z. B. Claudius in Paris dem Johann in Rom zu sagen beabsichtigte: Le Roi est à Paris.

Da die kleine Abhandlung zugleich ein Bild gibt von den Kenntnissen über Magnetismus vor etwa 255 Jahren, so will ich den Verfasser mit seiner lebhaften Darstellungsweise in wortgetreuer Uebersetzung selbst sprechen lassen:

„Wer möchte es glauben, wenn er es nicht mit seinen Augen sähe, daß eine Stahlnadel, welche einmal einen Magneten berührt hat, hernach nicht einmal, nicht blos ein Jahr, sondern ganze Jahrhunderte und in alle Ewigkeit ihre beiden Enden wendet, das eine gegen Süden, das andere gegen Norden, wenn man sie auch bewegt und fortgedreht hat, wie viel man will. Wer hat jemals geglaubt, daß ein roher, schwarzer, schlecht geformter Stein, indem er einen eisernen Ring berührt, diesen hängen läßt in der Luft, dieser einen zweiten, der zweite einen dritten u. s. w. 10, 12 oder mehre, gemäß der Stärke des Magneten, indem sie eine Kette machen ohne Band, ohne Löthung, ohne ein anderes Zwischenmittel als die eine in ihrer Grundursache sehr verborgene, in ihren Erfolgen sehr klare Kraft, welche von dem ersten zum zweiten, dritten u. s. w. unmerklich wandert und fließt.

Ist das nicht ein Wunder zu sehen, daß eine einmal geriebene Nadel andere Nadeln richtet, ebenso einen Nagel, eine Messerspitze oder einen anderen Gegenstand von Eisen? Ist es nicht ein Vergnügen Feilspähne, Nadeln, Nägel auf einem Tische oder einem Blatt Papier sich drehen und bewegen zu sehen, Schlag auf Schlag, wie man unterhalb den Magneten dreht oder bewegt? Wer möchte nicht erfreut verweilen, wenn er die Bewegung des Eisens sieht, wenn er eine Hand von Eisen auf einem Brette schreiben sieht, und eine Unzahl ähnlicher Erfindungen, ohne den Magneten wahrzunehmen, welcher diese Bewegungen unter einem solchen Brette verursacht hat?

Was gibt es in der Welt, was mehr geeignet wäre, ein tiefes Erstaunen in unsere Seele zu werfen, als wenn man eine große Eisenmasse in der Luft aufgehängt sieht in der Mitte eines Gebäudes, ohne daß irgend ein Gegenstand von der Welt sie berührt außer der Luft? Und nichtsdestoweniger haben es uns die Geschichtsforscher aufbewahrt, daß durch den Einfluß eines in der Wölbung angebrachten Magneten oder in den Seitenwänden von der Moschee der Türken in Mekka der Sarg des berühmten

Mohamet in der Luft hängen bleibt. Die Erfindung ist nicht einmal neu, weil Plinius in seiner Naturgeschichte Buch 34, Kap. 14 beschreibt, daß Baumeister Demokrates es unternommen hatte, den Tempel der Arsinoe in Alexandrien mit einem Magnetstein zu wölben, um daselbst durch eine ähnliche Täuschung die Grabstätte dieser Göttin in der Luft aufgehängt erscheinen zu lassen.

Ich würde die Gränzen meines Unternehmens überschreiten, wenn ich alle die Erfahrungen anführen wollte, welche mit diesen Steinen gemacht worden sind, und ich würde mich dem Gelächter der Welt aussetzen, wenn ich mich rühmen wollte, hierbei einen anderen Grund anführen zu können als die natürliche Sympathie. Woher kommt es, daß der ganze Magnet nicht geeignet ist, die Nadel zu bestreichen, sondern allein in den zwei Polen oder Theilen, die man erkennt, wenn man den Stein an einem Faden in ruhiger Luft aufhängt oder wenn man ihn mittelst Korkholz oder eines kleinen Brettes von leichtem Holze wol auf Wasser legt; denn die Theile, welche nach Norden und Süden gewendet sind, zeigen an, mit welcher Seite man die Nadel streichen muß. Woher kommt es, daß die Nadeln abweichen und nicht den wahren Norden zeigen, wenn man sich von den kanarischen Inseln entfernt, dergestalt, daß sie in dieser Gegend sich davon ungefähr in einem Zwischenraum von acht Graden abwenden.

Wenn die Nadeln mit einem doppelten Zapfen gemacht und zwischen zwei Fäden angebracht sind, so zeigen sie die Höhe des Poles, indem sie ebensoviele Grade ausweichen als der Pol über dem Horizonte ist.

Warum machen Feuer und Wasser, daß der Magnet seine Kraft verliert? das sage, wer es vermag; ich bekenne darin meine Unwissenheit.

Manche haben sagen wollen, daß durch einen Magneten oder durch einen andern ähnlichen Stein abwesende Personen mit einander sprechen können, z. B. indem Claudius in Paris und

Johann in Rom ist, wenn der Eine wie der Andere eine an einem Steine gestrichene Nadel hätte, deren Eigenschaft eine solche wäre, daß nach dem Maße, wie eine zu Paris sich bewegte, die andere ganz ebenso in Rom sich drehte. Es könnte leicht sich gestalten, daß Claudius und Johann jeder ein Alphabet hätten, (NB. Hierzu ist eine Kreisscheibe mit dem Alphabete und einer im Mittelpunkte aufgestellten Nadel gezeichnet.), und daß sie übereingekommen wären, vonfern miteinander alle Tage abends um 6 Uhr zu sprechen, nachdem die Nadel 3 1/2 Umläufe gemacht, zum Zeichen, daß es Claudius ist und nicht ein Anderer, welcher zu Johann sprechen will. Wenn dann Claudius ihm sagen will: Le Roi est à Paris, müßte er seine Nadel bewegen und stehen lassen auf L, dann auf E, dann auf R, O, J und so den anderen Buchstaben, welche alle auf dem Umfange einer Kreisscheibe gezeichnet sind. Da nun aber in derselben Zeit die Nadel von Johann über denselben Buchstaben (seiner Scheibe) und überall stimmte, so könnte er leicht schreiben und aufmerken auf das, was der Andere ihm anzeigen will.

Die Erfindung ist schön, aber ich halte nicht dafür, daß sich auf der Welt ein Magnet findet, welcher eine solche Eigenschaft besitzt; überdies ist es nicht rathsam — andererseits würde es sehr häufige und versteckte Verräthereien geben."

Wenn bei dem damaligen Mangel an geeigneten Instrumenten der Verfasser den Neigungswinkel der Magnetnadel gleich der Polhöhe setzt, so ist dieses wol verzeihlich, da es für einzelne Orte wirklich der Fall sein kann.

Sehr naiv ist die Bemerkung, daß eine derartige Correspondenz „zu versteckten Verräthereien" führen könne. An die Benutzung des Telegraphirens zu Börsenschwindel hat der Verfasser wol noch nicht gedacht.

Der Verfasser hat allerdings recht, wenn er das Band zwischen den beiden entfernten Magnetnadeln in dem Magneteisensteine, durch welchen man jene erhalten hat, nicht erkennt;

die neuere Wissenschaft hat es in einem Kupferdrahte gefunden. Zum näheren Verständnisse wollen wir darüber noch einige Worte anführen.

Eine freie horizontal schwebende Magnetnadel (Deklinationsnadel) nimmt bekanntlich an jedem bestimmten Orte eine gewisse nordsüdliche Richtung an, wenn sie auch nur an wenigen Orten genau nach dem astronomischen Norden zeigt oder im astronomischen Meridiane steht. Stellt man nun in einiger Entfernung eine zweite solche Nadel so auf, daß sie in der gradlinigen Verlängerung der ersten liegt, so wird sie in dieser Lage still stehen.

Dreht man jetzt die eine Nadel mit der Hand langsam etwas nach links oder nach rechts, so wird auch die andere, nicht allzu entfernte Nadel in entsprechende Bewegung gerathen.

Entfernt man aber die beiden Nadeln in der eben angegebenen Lage voneinander, so vermindert sich ihr Einfluß allmälig bis er endlich verschwindet.

Umwindet man aber nach der Längenrichtung jede der beiden Nadeln sehr oft mit einem dünnen, seideumsponnenen Kupferdrahte ohne Ende, so daß also zwischen den Nadeln der Verbindungsdraht hin und zurück geht; so muß die willkürlich hervorgebrachte Bewegung der einen eine unwillkürliche der anderen auch in sehr großer Entfernung erzeugen.

Mit drei Paaren solcher Nadeln könnte man sehr leicht alle Buchstaben des Alphabetes auf der einen Station angeben und würde sie auf der anderen angezeigt finden. Man dürfte nur von den drei Nadeln blos eine mit ihrem Nordpole nur nach Westen oder nur nach Osten, oder zwei und zwei entweder nach derselben Seite oder entgegengesetzten Seiten oder alle drei theils nach einerlei, theils nach verschiedenen Richtungen ablenken.

Wir haben hier also einen in der Geschichte der Wissen=

schaften nicht so sehr seltenen Fall, daß ein Gedankenblitz eines genialen Mannes die umgebende Finsterniß nur auf einen Augenblick erleuchtet, aber ohne sofort zu zünden.

Das magnetische Telegraphiren ist bekanntlich durch viel bequemere Methoden verdrängt worden, aber geschichtlich immerhin von Interesse.

Physikalische Wanderungen.

Einleitung.

Die Erforschung der Naturerscheinungen, welche wir physikalische nennen, d. h. welche von den äußeren Wechselwirkungen der Körper herrühren, ohne daß dadurch das Wesen derselben geändert wird, hat in neuerer Zeit durch die praktische Wichtigkeit der erzielten Ergebnisse und durch das wunderbare Ineinandergreifen der scheinbar verschiedenartigsten Erscheinungen ein so allgemeines Interesse inanspruch genommen, daß jeder Gebildete gewiß das Bedürfniß fühlt, sich nicht nur mit dem Thatsächlichen der verschiedenen Vorgänge, sondern auch mit dem inneren Zusammenhange und dem Wesen derselben bekannt zu machen.

Obwohl in den letzten Jahrzehnten gediegene Physiker ein ungemein reichhaltiges Material als Frucht ihres eisernen Fleißes niedergelegt haben und in ihren Forschungen durch die Fortschritte der Mechanik außerordentlich unterstützt worden sind; so ist, abgesehen von den fruchtbringenden Ergebnissen für das praktische Leben, dadurch für den eigentlichen Forscher wesentlich doch nur die Zahl der räthselhaften Thatsachen in wahrhaft erschreckender Weise noch vermehrt worden, ohne daß man in dem Labyrinthe den leitenden Faden angegeben findet.

Wenn sich auch nicht leugnen läßt, daß unsere ersten Physiker

über das **Wesen** der Erscheinungen geläuterte Ansichten haben, so spukt doch selbst in vielen für ganz gut gehaltenen Büchern auffallend stark immer noch der unfaßbare Begriff von Imponderabilien, der Gedanke an einen unwägbaren Stoff als wirkende Kraft, an ein electrisches und magnetisches Fluidum, welches sich „verdichten", „ansammeln", „mittheilen", „zerlegen oder scheiden", „zurückdrängen oder anziehen", ja sogar „anhäufen" läßt, und nur hin und wieder versteigt man sich zu etwas tieferen Gedanken, indem man beim Magnetismus und der Electricität z. B. sagt: „es ist so, als ob jedes Theilchen an seinen beiden Enden entgegengesetzte Kräfte besäße." Wenn man aber darauf, ohne sich über das Wesen der Kräfte auszusprechen, in einem Athem sagt: die Ausdrücke „electrische Materie", „electrisches oder magnetisches Fluidum" **müssen** zur bequemeren Bezeichnung der Erscheinung beibehalten werden, so heißt dies die hergebrachte Gedankenlosigkeit um jeden Preis ins Bürgerrecht einsetzen, als ob unsere gute deutsche Sprache zu arm wäre, um Wahrheit von Schein durch bezeichnende und prägnante Ausdrücke zu unterscheiden. Solch ein Verfahren, welches der Bequemlichkeit wegen Unsinn förmlich einbürgert, muß ernstlich bekämpft werden.

Durch das ganze Universum geht nur **ein** mächtiger Gedanke, nämlich der nach Einheit in der Mannigfaltigkeit, nach Harmonie in den widerstrebenden Kräften. Es ist nun die große und schwierige Aufgabe diese Einheit aus dem verwirrenden Complex der Erscheinungen, die große Oekonomie in der Natur aus ihrer verschwenderischen Fülle herauszufinden und die Natur der physikalischen Kräfte kennen zu lernen.

Ich bin sehr weit davon entfernt zu meinen, daß ich diese Aufgabe im Folgenden endgiltig zu lösen und überhaupt imstande bin, jedes aufsteigende Bedenken zu beseitigen; ich will es nur versuchen in möglichst faßlicher Weise den Leser, ohne daß an ihn die Ansprüche gemacht werden, sich tiefere physikalische Kenntnisse erworben zu haben, in einige Gebiete der neueren,

erst seit etwa 50 Jahren besser gepflegten Physik einzuführen, um ihm

1) zu zeigen nicht nur wie höchst unwahrscheinlich, sondern auch wie absolut unhaltbar die immer noch nicht ganz zugrabe getragenen Ansichten von unwägbaren Stoffen sind, durch die man die Erscheinungen des Magnetismus, der Electricität und selbst der Wärme zu erklären sucht; um

2) darauf aufmerksam zu machen, wie wunderbar die scheinbar verschiedenartigsten Erscheinungen, wie die des Schalles, des Lichtes, der Wärme, der Electricität und des Magnetismus ineinander eingreifen; um

3) diese Erscheinungen, bei Angabe ihrer spezifischen Verschiedenheiten, auf ein gemeinschaftliches Prinzip zurückzuführen und

4) noch eine Anzahl von Thatsachen, über deren wahres Wesen man jede klare Vorstellung bisher vergeblich gesucht hat, mit diesem Prinzipe in Uebereinstimmung zu bringen.

Es erscheint nicht unangemessen, sogleich an die Spitze der Betrachtung einige unantastbare Grundsätze und Vorbegriffe zu stellen, damit wir sie im Folgenden als sichere Anhaltspunkte stets imauge behalten.

Stoff und Kraft können weder aus nichts erzeugt, noch vernichtet werden; ihre Gesammtmenge und Größe bleibt im unendlichen Weltraume dieselbe.

Stoff und Kraft stehen in einer nothwendigen Beziehung, denn die Kraft, ansich etwas Abstraktes, tritt nicht für sich, sondern nur durch den Stoff in die erkennbare Erscheinung; also sagen wir in dieser Beziehung:

ohne Stoff keine Kraft, ohne Kraft keine Erscheinung,
daher auch ohne Stoff keine Erscheinung.

Die Erscheinung aber ist nicht der Stoff, sondern nur

der Zustand des Stoffes, welcher sich auf Bewegung und Ruhe bezieht.

Bewegung eines seine Natur nicht ändernden Körpers kann an einem zweiten Körper keinen Stoff erzeugen, sondern nur einen Zustand.

Es gibt eine Umwandlung der Stoffe und eine Umwandlung der Zustände, d. h. der Bewegungsarten an den Körpern.

Die Atome oder untrennbaren Ur-Theile eines jeden Elementarstoffes haben eine bestimmte Gestalt und gruppiren sich in bestimmter Lagerung zu einem Körper.

Die Stoffumwandlung besteht entweder in einer Verbindung der Atome von verschiedenen Elementarstoffen oder in einer Trennung eines zusammengesetzten Körpers in Elementarstoffe. Die neue Gleichgewichtslage ist durch die Gestalt der Atome bestimmt.

Jede Stoffumwandlung ist abhängig von einer Bewegung der Atome der Elemente.

Es gibt in der ganzen Natur nur Bewegungserscheinungen theils der Atome, theils der Atomgruppen oder Körper, die beide das Fundament aller Kräfte sind, ohne daß diese uranfänglich aus ihnen selbst hervorgehen.

Bei der Wechselwirkung der Naturkräfte zeigt sich überall das Gesetz der ungestörten Erhaltung der lebendigen, d. h. eine Arbeit erzeugenden Kraft.

Die Bewegungsarten sind:

1) die fortschreitende Bewegung, bei welcher der Körper mit allen seinen Atomen den Ort verläßt und entweder in einer offenen oder geschlossenen Bahn sich bewegt, ohne auf demselben Wege zurückzukehren, wobei sie eine gradlinige, krummlinige oder circulirende innerhalb einer geschlossenen Bahn sein kann;
2) die rotirende, wenn alle materiell gedachten Punkte des Körpers von einer durch ihn gehenden bestimmten

Linie (Achse) bei der Bewegung um sie stets dieselbe Entfernung behalten, und

3) die **schwingende** oder oscillirende, wenn der Körper oder wenn seine Atome in abwechselndem Hin- und Rückgange innerhalb gewisser Gränzen dieselbe Bahn zurücklegen. Bei jeder Schwingung ist der Weg eines Massentheiles viertheilig. Nachdem es aus seiner natürlichen Ruhelage gebracht worden, kehrt es, 1) mit beschleunigter Geschwindigkeit in dieselbe zurück, 2) mit verzögerter darüber hinaus, kommt 3) mit beschleunigter wieder in seine natürliche Lage und geht 4) mit verzögerter in seinen Ausgangspunkt. Eine vollständige Schwingung besteht aus Hin- und Rückgang.

Theils die Atome, theils die Atomgruppen können einzeln oder zusammen in verschiedenartigen Bewegungen gleichzeitig begriffen sein, und **nur darnach** treten die mannigfach modificirten Erscheinungen ein.

Ein Beispiel zusammengesetzter Bewegung gibt die Erde; sie hat mit ihrer Achse eine schwingende Bewegung (die Nutation), während sie die tägliche Rotation und die jährlich circulirende Revolution um die Sonne besitzt. Die Maschine, welche Schuhmacherleisten schneidet, bewirkt, wie ich es zuerst in Buffalo gesehen habe, gleichzeitig eine gradlinig fortschreitende, eine rotirende und hin und hergehende Querbewegung.

Wie in der praktischen Mechanik durch die Form, Anordnung und das rechtzeitige Ineinandergreifen der Maschinentheile die gradlinige Bewegung in eine rotirende und umgekehrt oder auch in eine schwingende verwandelt wird; so geschieht in rein physikalischen Vorgängen die Umwandlung der Bewegungsarten, die sich uns als verschiedenartige Erscheinungen darstellen, nur durch die Anordnung und die Gestalt der Atome und Atomgruppen.

Bei dem Studium der Bewegungsarten der ganzen Körper

stehen uns handgreifliche Mittel zugebote, wie z. B. wenn die gradlinige Bewegung des Violinbogens auf einer angespannten Saite umgewandelt wird in eine schwingende der tönenden Saite; oder das Fallen des Gewichtes, das Aufdrehen einer Feder einer Pendeluhr in die Drehung der Räder und die Schwingungen des Pendels; aber die Untersuchung der Bewegungsarten der Atome und der Molekel, als der niedrigsten Stufe der Atomgruppen, hat nicht geringe Schwierigkeiten, und es läßt sich auf sie nur ein Rückschluß aus den Wirkungen und aus dem Ineinandergreifen der Erscheinungen machen.

Wir können füglich chemische oder stoffumwandelnde und physikalische Atom- und Molekularbewegungen unterscheiden. Die physikalischen sind wesentlich schwingende. Die Schwingungen können sein:

1) Querschwingungen, wenn die Bewegungsrichtung lothrecht auf den Hauptdimensionen des Körpers ist, wie z. B. wenn eine angespannte Saite seitwärts gezogen und losgelassen wird, oder wenn man auf das angespannte Fell einer Trommel schlägt;

2) Längenschwingungen, wenn die Theile eines Körpers sich in der Richtung der Hauptdimensionen hintereinander gradlinig hin und her bewegen, wie wenn man einen dünnen langen Holzstab mit einem Violinbogen unter einem recht spitzen Winkel zum Tönen anstreicht oder wenn die Luftsäule in einer Pfeife tönt;

3) drehende Schwingungen, wenn die Theilchen um eine bestimmte Längenachse in bogenförmigen Bahnen sich hin und her bewegen.

Nicht alle Schwingungen als solche sind an einem Körper oder seinen Atomen sichtbar oder unmittelbar zählbar, denn weder allzulangsame, noch allzurasche Bewegungen können wir sehen. Wenn wir auch nicht sehen, daß z. B. die Esaite einer Violine beim Ansprechen eines hohen Tones auf ihr in schwingender

Bewegung begriffen ist, so schwingt sie doch mit demselben Rechte, wie die dickste Saite des Violons, deren Schwingungen wir beim Angeben eines tiefen Tones noch recht gut wahrnehmen, wenn auch nicht unmittelbar zählen können. Also:

die Existenz von Schwingungen ist durchaus nicht inabrede zu stellen, wenn wir dieselben auch mit unseren, selbst bewaffneten Augen nicht erkennen.

Ueber die Wärme.

Da in physikalischen Büchern, selbst von Gelehrten, unbegreiflicher Weise immer noch von einem magnetischen oder electrischen Fluidum und von imponderablen Stoffen die Rede ist*); so ist es nicht zu verwundern, daß die weniger in die Wissenschaft Eingeweihten aus dem gebildeten Publikum imallgemeinen auch noch einer falschen Ansicht inbetreff der Grundursachen und des Wesens der Erscheinungen nicht nur im Gebiete des Magnetismus und der Electricität, sondern auch der Wärme und des Lichtes huldigen. Man darf die folgenden Betrachtungen leider noch nicht als verspätet ansehen.

Wir wollen also im Folgenden eine Reihe von Thatsachen anführen, die selbst jedem Laien der Wissenschaft die Ueberzeugung gewähren müssen, daß die Ansichten von unwägbaren Stoffen oder irdischen Imponderabilien, insofern sie die Grundursachen der obigen Erscheinungen sein sollen, nicht nur ganz unwahrscheinlich, sondern völlig unhaltbar sind.

Vorher aber muß ich bemerken, daß es allerdings einen für uns unwägbaren Stoff gibt, nämlich den Weltäther, der eben deshalb unwägbar ist, weil er den Weltraum einnimmt,

*) Prof. J. Gavarret hält es nach der Einleitung zu seinem Lehrbuche der Electricität (übers. von Dr. Arendt, Leipzig 1859) für nothwendig, namentlich bei solchen Thatsachen zu verweilen, die geeignet sind, die Identität des Fluidums nachzuweisen, welches sich bald auf dem Conduktor der Electrisirmaschine anhäuft, bald den Schließungsbogen der Volta'schen Säule durchströmt.

Alles durchdringt und somit als Individuum nicht darstellbar ist, wie etwa eine Portion Luft von der Atmosphäre.

Der Beweis für seine Existenz liegt theils in der Fortpflanzung des Lichtes von den Himmelskörpern zu uns, theils in gewissen physikalischen Erscheinungen, an denen er gleich den irdischen Körpern theilnimmt (er fließt z. B. im Wasser mit diesem fort), theils in den Bewegungen der Himmelskörper, namentlich der so zarten Kometen, denen er einen Widerstand entgegensetzt. Enke hat in dieser Beziehung den Kometen von Pons für einen Zeitraum von mehr als 40 Jahren studirt und die Bahnen desselben seit 1819 bei seiner 13maligen Wiederkehr genau berechnet. Dieser Komet hat nur wegen des Widerstandes, welchen ihm der Weltäther entgegensetzt, seit 1789 seine Umlaufszeit um 2 Tage verkürzt (sie betrug zuletzt 1211,38 Tage) und er nähert sich deshalb fortwährend der Sonne. In gleicher Weise nähert sich thatsächlich auch der Fay'sche Komet mit jedem neuen Umlaufe und er wird endlich in dieselbe stürzen, um zu verdampfen.

Daß die Kometen einen um so größeren Schweif bilden, je schneller sie gehen, und daß dieser Schweif nach der Außenseite der krummen Bahn, wie es höchst auffallend bei dem von Pons im Herbste 1859 sich zeigte, mehr Massentheile zusammengedrängt enthält, ist ebenfalls ein Beweis von dem Widerstande des Weltäthers, der das Abschleudern der Massentheile nach der Außenseite der Bahn verhindert. Ohne diesen Widerstand müßte die innere Seite des hohlkegelförmigen Schweifes eben so viele Massentheilchen besitzen und eben so stark leuchten, als die äußere.

Wenn auch der Weltäther für uns unmittelbar nicht wägbar ist, so läßt sich aus den astronomischen Beobachtungen ein Schluß auf seine Masse ziehen, und demnach hat Thomson durch Rechnung gefunden, daß eine Aetherkugel von dem Rauminhalte unserer Erde 140 Kilogramme wiegt.

Der Weltäther ist also ganz allein der für uns imponderable Stoff; irdische Imponderabilien sind Hirngespinnste früherer Physiker und jetziger Laien. Dabei ist allerdings nicht inabrede zu stellen, daß manche irdischen Körper unter Umständen in so unendlich zarter Vertheilung vorkommen, daß ihre Existenz auch durch die feinsten Wagen nicht nachgewiesen werden kann. Da hat uns aber die Optik, abgesehen von der Wirkung der so außerordentlich vervollkommneten Mikroskope, in neuester Zeit durch die Spectralanalyse Mittel in die Hand gegeben, das Körperliche zu entdecken, wo es sonst nicht geahnt wird, z. B. das in der Luft schwebende Seesalz oder Kochsalz in großer Entfernung von der Meeresküste oder in einer Stube, worin Salzwasser gekocht hat. Man kann auf diese Weise in einem Dreimilliontel Milligramm Kochsalz das Natrium noch nachweisen, indem es im Spectrum stets eine gelbe Linie bildet.

Welch ungeheuer mächtigen Antheil übrigens der Weltäther auch an den irdischen Erscheinungen nimmt, wird im Verlaufe späterer Untersuchungen sich ergeben. Fürjetzt wollen wir trotz Dr. E. Reinhard's „Theorie der Wärme, Jena 1857" in elementarer Weise zunächst von der Wärme und in späteren Artikeln von der Electricität und dem Magnetismus zeigen, daß sie keine Stoffe sind.

Wärme kann man durch sehr verschiedene Mittel hervorrufen. An einem Stücke Eisen z. B. durch die Sonnenstrahlen, durch Stoßen, Schlagen oder Reiben desselben, durch einen sogenannten electrischen Strom, welcher durch dasselbe geleitet wird, und auch auf chemischem Wege durch Verbindung mit Säuren, ja sogar ohne chemische Verwandtschaft, wenn man auf ein feines Pulver eine Flüssigkeit gießt, dann selbst nur bei der bloßen Formveränderung eines Körpers, z. B. eines Schwefelkrystalles bei der Berührung mit Schwefelkohlenstoff. Ferner durch Zusammendrücken eines Körpers, z. B. der atmosphärischen Luft im Luftfeuerzeuge, durch Reiben von Eis an Eis selbst in einem

luftleeren kalten Raume, wobei Wasser entsteht; ja sogar durch den kalten Magnetismus, wenn man eine Kupferscheibe zwischen den Polen eines starken Electromagneten in Drehung versetzt. Selbst die organische Lebensthätigkeit nicht nur bei den Thieren, sondern auch bei den Pflanzen ist mit Wärmeentwicklung verbunden. Es ist unmöglich, daß diese und andere verschiedenartigen Mittel einen Stoff, ja sogar denselben Stoff erzeugen sollten.

Wenn ein kalter, durch eine kräftige Dampfmaschine bewegter Stahlzapfen in eine kalte dicke Kupferplatte Löcher stößt und der herausfallende Metallzapfen glühend heiß ist, so ist der Glaube, daß dadurch an dem Metalle ein Stoff erzeugt wird, gewiß allzu kindlich — es ist ein Wunderglaube. Ebenso, wenn man kalte, ziemlich dicke Eisenstangen durch eine Dampfmaschine in Theile zerschneiden läßt, was so aussieht, als wenn man Wachs zerschnitte; oder wenn Eisenkörper zu Walzen gedrechselt werden und die dabei herabfallenden Spähne glühend heiß sind.

Wäre die Wärme ein Stoff, so würde er, obwohl er sich jeder Wahrnehmung entzieht, fähig sein, nicht nur durch seine Vermehrung, sondern sogar auch durch seine Verringerung ungeheure Widerstände zu überwinden. Liegt nämlich ein Eisenkörper auf einer nicht nachgebenden Unterlage, so ist er imstande bei seiner Erwärmung sehr bedeutende Lasten zu heben, wogegen der zarte Wärmestoff doch wol lieber seitwärts nach der Richtung des geringeren Widerstandes entweichen würde.

Läßt man im Gegentheil eine Eisenstange, die man vorher im ganz heißen Zustande durch starke parallele Mauern, die aus ihrer lothrechten Lage gewichen waren, gesteckt und mittelst gut angeschraubter Anker befestigt hat, nachher erkalten; so werden diese Mauern während der Abkühlung der Eisenstange grade gerichtet. Die Abnahme der Wärme als eines Stoffes müßte also mit dieser ungeheuren Kraftentwicklung verbunden sein, was völlig absurd ist.

Dazu kommt noch, daß ein Raum um so mehr erkaltet, je mehr der Stoff, welcher ihn einnimmt, beseitigt wird, wie es z. B. bei der Verdünnung oder Entfernung der Luft in und aus einem Recipienten der Fall ist, was ein direkter Beweis davon ist, daß die Wärme nicht selbst ein Körper ist, sondern ein Zustand irgend eines vorhandenen Körpers.

Wenn nun in den Erscheinungen der Wärme ein ungeheures Kraftmoment liegt, welches durch die Eisenbahnen mit ihrem Zubehör besonders in socialer und politischer Beziehung so unendlich wichtig geworden ist, so drängt sich sofort die Frage nach dem wirklichen Wesen dieser Kraft auf.

Schon in jedem relativ ruhenden Körper liegt eine Kraft, indem seine Atome einander nicht nur festhalten, sondern auch das Bestreben haben mit einem anderen, namentlich massenhafteren Körper ein Ganzes zu bilden. Jeder Körper an der Erdoberfläche übt deshalb einen lothrechten Druck auf eine Unterlage aus, die ihn hindert sich mit der Erde zu verbinden oder zu fallen, wobei vorausgesetzt wird, daß ein dritter Körper störend nicht einwirkt. Die Größe dieser Kraft ist bei einer bestimmten Entfernung in gradem Verhältnisse von seiner Masse abhängig. Die Kraft eines Körpers wächst aber, wenn er sich in der Richtung, in welcher er fallen will, bewegt und zwar wieder im graden Verhältnisse seiner Geschwindigkeit, und so nun ist sein ganzes Kraftmoment jetzt das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit. Ist freilich die Bewegungsrichtung eine andere als die lothrechte nach der Erde hin, so wird jene Kraft, nämlich die zu drücken, vermindert, wie es z. B. der Fall ist, wenn ein Eisenbahnzug recht rasch horizontal fährt oder der Schlittschuhläufer selbst über ganz dünnes Eis ohne Gefahr einzubrechen hinwegfliegt oder wenn die schwerfälligen Vögel mit ausgebreiteten Flügeln rasch vorwärts laufen, um sich dann leichter erheben zu können. Es ist daher natürlich, daß ein recht schnell fahrender Zug durch einen Seitensturm eher aus den

Schienen gehoben werden kann, als ein ganz langsam fahrender.

Doch treten wir nach diesen Vorbemerkungen dem Wesen der in der Wärme liegenden Kraft näher!

Wenn der obige Eisenkörper z. B. beim Wärmerwerden eine bedeutende Last hebt, ohne daß er dabei eine Bewegung als Ganzes zeigt; so müssen seine Molekel und Atome in einer für uns unsichtbaren Bewegung sein.

Eine solche für uns unsichtbare Atombewegung hat durchaus nichts Auffallendes. Gelingt es doch auch gewiß nicht z. B. die Bewegungen auf der Esaite einer Violine, auf welcher ein ganz hoher Ton hervorgebracht wird, während des Tönens zu sehen. Wie hier sind auch dort die Bewegungen nicht fortschreitende, sondern pendelartig schwingende. Je wärmer ein bestimmter Körper ist, desto mehr Schwingungen machen die Theilchen in einer Secunde, und je mehr ein Körper durch die Wärme ausgedehnt wird, eine desto größere Weite haben die Schwingungen; sie folgen aber unter allen Umständen so ungemein rasch aufeinander, daß es nicht möglich ist, sie zu sehen oder gar zu zählen.

Man hat die Wärme wol auch dadurch erklären zu müssen geglaubt, daß man annahm, der kosmische Aether bilde nach dem allgemeinen Massenanziehungsgesetze um die Atome der irdischen Körper Atmosphären, und daß er um dieselben in wirbelnder Bewegung begriffen sei, wodurch sich die Atome voneinander entfernen und so eine Ausdehnung des Körpers und einen Druck nachaußen bewirken sollen.

Die Vorstellung, welche übrigens eine bedeutende mathematische Ausbildung erlangt hat, kann nicht richtig sein, weil durch sie das so bedeutende dynamische Aequivalent der Wärme sich nicht erklären läßt, welches verlangt, daß die massigen Atome und die Atomgruppen oder Molekel selbst, nicht etwa blos rotirend, sondern fortschreitend, also oscillatorisch sich bewegen müssen. Also nur

aus der ungeheuren Geschwindigkeit der schwingenden Massenatome selbst läßt sich das große Bewegungsmoment der Wärme als einer Summe der Bewegungsmomente aller einzelnen Atome erklären.

Das Bewegungsmoment der dichteren Luft ist ohne Zweifel größer, als das der dünneren bei derselben Temperatur (Schwingungszahl), und dabei ist es Thatsache, daß verdichtete Luft in einem bestimmten Raume durch eine bestimmte Wärmequelle mehr erwärmt wird, als verdünnte in diesem Raume, oder daß jene Luft weniger Wärme braucht, um auf dieselbe Temperatur gebracht zu werden als diese. Es steht also die Wärmezunahme in direktem Verhältnisse mit der Anzahl der Atome in einem bestimmten Raume, und nicht etwa mit der Ausdehnung der Aethersphären um sie.

Je größer die Anzahl der Atome mit einer gewissen Schwingungsgeschwindigkeit ist und je größer die Schwingungsgeschwindigkeit einer gewissen Anzahl von Atomen eines Körpers ist, desto größer ist seine lebendige Kraft.

Diese Ansicht von der Schwingung der Atome selbst läßt sich, wie mir scheint, noch durch eine Thatsache recht schlagend nachweisen.

Wenn man in demselben Raume zwei gewisse verschiedene Töne recht rein und anhaltend hervorbringt, so bilden sich um jeden der beiden tönenden Körper fortschreitende Tonwellen in der Luft von ganz bestimmten, aber verschiedenen Dimensionen. Daraus folgt nun, daß die Stellen der größten Verdichtung des einen Wellensystems nach und nach sowohl dem Raume, als der Zeit nach mehr und mehr zusammentreffen, und so, wenn die Töne der Höhe nach einander ganz nahe liegen, langsam aufeinander folgende Anschwellungen oder Stöße geben, wenn sich die Tonhöhen aber voneinander entfernen, schnellere Stöße hervorbringen, bis endlich für zwei Töne von gewisser Entfernung die Kombinationsstöße so rasch aufeinander folgen, daß sie

einen neuen dritten Ton wahrnehmen lassen, z. B. aus c und g wird C.

Darüber ist nun kein Zweifel, daß sowohl bei der Entstehung als auch bei der Fortpflanzung eines Tones die Theile des tönenden und fortpflanzenden Körpers in schwingender Bewegung sind. Es setzt sich also hier aus zwei tönenden Schwingungen eine dritte tönende Schwingung zusammen. Hierher gehören auch die unter ganz bestimmten Umständen mit Längenschwingungen tönenden Telegraphenstangen.

Wo immer ein Ton erscheint, sind die Massentheilchen selbst ganz gewiß in vollständigen Schwingungen begriffen. Wenn nun tönende Schwingungen auch durch die Berührung zweier ungleich warmer Körper entstehen, so muß man den Rückschluß machen, daß die Wärme in Schwingungen auch der Massentheile selbst besteht und nicht blos in Aetherbewegungen.

Berühren nämlich zwei ungleich warme Körper einander, so gleichen sich ihre Temperaturen nach und nach aus: der kalte kühlt den wärmeren ab und der wärmere erwärmt den kalten, bis sie endlich gleiche Temperatur haben. Es kommen also die Schwingungen bei der Berührung der Körper einander entgegen und bilden bei einer gewissen Verschiedenheit der Schwingungszahlen, d. h. Temperaturen ein System von kombinirten Stößen, die eine so große Schwingungsweite haben und im Verhältnisse der Wärmeschwingungen so langsam aufeinander folgen, daß sie Töne erzeugen. — Wird zu diesem Zwecke ein Messingkloben an einem Holzstiele über einer Spiritusflamme stark erwärmt und mit seinen zwei einander nahe liegenden Kanten auf einen kalten abgerundeten Bleikörper gelegt, so daß beide einander nur in wenigen Punkten berühren; so tönt bei einer angemessenen Temperaturdifferenz der Messingkörper durch und durch und bringt selbst den Holzstiel zum Mittönen, so daß bei der Berührung desselben an einer Stelle der Ton etwas gehemmt wird (Thermophon).

Diese, wie mir scheint, allein richtige Ansicht von der letzten

Thatsache und also auch von der Wärme überhaupt meine ich mit allen übrigen Erscheinungen der Wärme in Uebereinstimmung bringen zu können. Ich will nun einige davon anführen.

Hat man eine Metallschiene an einer Stelle erhitzt, so wird ein Tropfen einer Flüssigkeit von dieser Stelle sich entfernen; denn er wird von der Stelle der größeren Bewegung fortgestoßen nach der kälteren und ruhigeren.

Wird ein kalter Wassertropfen in einen glühenden Platintiegel gethan, so wird er in demselben durch die Wärmeschwingungen des Metalles eine Zeit lang herumgeschleudert, ohne zu sieden, bis er endlich nach hinreichender Erwärmung schnell verdampft. Wenn man hierbei zu sagen pflegt, daß anfänglich die Kohäsion der Wassertheilchen untereinander größer ist als deren Adhäsion zum glühenden Tiegel, und daß die Adhäsion mit abnehmender Temperatur des letzteren zunimmt, so daß dann erst der Tropfen erwärmt werden kann; so ist dies eigentlich nicht eine Erklärung, sondern nur eine Angabe des rein Aeußerlichen der Thatsache, ohne Begründung des Wesens derselben.

Wenn ein rothglühender Dampfkessel einen feinen Spalt bekommt, so entweichen durch ihn die Dämpfe doch nicht, weil die Massentheilchen an den Rändern des Spaltes bei ihren ungemein raschen Schwingungen fortwährend einander entgegenkommen und so dem Dampfe den Ausgang versperren.

Weil eine bestimmte bewegende Kraft in verschiedenen Massen auch eine verschiedene Geschwindigkeit erzeugen muß, wie z. B. dieselbe Kraft verschiedene Körper zu ungleichen Schallschwingungen anregt, also nicht die tonerregende Kraft, sondern das Spannungsverhältniß der tönenden Körper die Höhe des Tones bestimmt; so ist es auch klar, daß eine bestimmte Wärme an verschiedenen Stoffen entweder eine verschiedene Ausdehnung oder eine verschiedene Temperaturerhöhung oder auch beides erzeugen muß, indem im ersten Falle unter Festhaltung einer bestimmten Schwingungszahl oder Schwingungsdauer die Schwingungsweite

(Ausdehnung) und im zweiten Falle bei gleichbleibender Schwingungsweite die Schwingungszahl (Temperatur) der Molekel, also jedenfalls die Geschwindigkeit der Molekel innerhalb jeder einzelnen Schwingung sich ändern muß.

Wird ein Körper von bestimmter Temperatur gezwungen plötzlich einen größeren Raum einzunehmen, so muß die Weite der Schwingungen und die Dauer jeder einzelnen wachsen, folglich, da das Kraftmoment des Körpers sich nicht ändert, die Anzahl der Schwingungen, d. h. die Temperatur sich vermindern.

Soll nun ein Körper nach seiner Ausdehnung eine bestimmte Temperaturerhöhung erfahren, so wird die ihm zuzuführende Wärme bedeutender sein müssen, als in dem Zustande größerer Dichtigkeit, oder es muß die Masse mit geringerer Dichtigkeit in einem bestimmten Raume eine größere Geschwindigkeit erhalten, um dasselbe Bewegungsmoment mit der dichteren Masse zu haben. Man pflegt hierbei gewöhnlich zu sagen: Mit Zunahme des Volumens eines Körpers von bestimmter Temperatur nimmt seine Wärmecapacität auch zu.

Weil ferner das Bewegungsmoment eines bestimmten Körpers von bestimmtem Rauminhalte mit zunehmender Schwingungszahl seiner Molekel wächst (Temperaturerhöhung), so widerstrebt er der Zuführung neuer Wärme mehr als bei tieferer Temperatur und es muß ihm in jenem Falle mehr Wärme zugeführt werden als in diesem, damit er eine bestimmte Temperaturerhöhung erfahre; d. h.: ein bestimmter Körper hat bei höherer Temperatur eine größere Wärmecapacität als bei geringerer.

Die Fähigkeit eines Körpers, zu veränderten Wärmeschwingungen angeregt zu werden, hängt also ab von der Natur des Stoffes, von der Entfernung seiner Molekel und von ihrem bereits vorhandenen Schwingungszustande.

Wird ferner ein Körper, z. B. ein Gas von bestimmter Temperatur in einem absperrenden Raume plötzlich einen kleineren

Raum einzunehmen genöthigt oder wird er zusammengedrückt, so treten die schwingenden Molekel einander näher, ihre Schwingungsweite wird vermindert, also muß, da das Bewegungsmoment der Gesammtheit eine unveränderte Größe ist, die Schwingungszahl jedes einzelnen vermehrt werden oder es wird, wie man zu sagen pflegt, Wärme frei, während sie bei der Raumerweiterung gebunden wird, indem die Schwingungszahl bei zunehmender Weite sich vermindert.

Wie lange ein bestimmter Stoff den einmal angenommenen Aggregatzustand nicht ändert, so lange ist die ihm zugeführte Wärme durch Temperaturerhöhung oder Vermehrung der Schwingungszahl erkennbar; aber es gibt für jeden Stoff eine bestimmte Temperaturgränze, über welche hinaus er bei einem bestimmten, auf ihn ausgeübten Drucke seinen Zustand ändert und während dieser Aenderung eine unveränderliche Temperatur behält. Man pflegt auch hier zu sagen: die dem Körper zugeführte Wärme wird gebunden, wobei die Schwingungszahl dieselbe bleibt, die Schwingungsweite also wachsen muß. Die Urstoffe werden dadurch nicht geändert (Eis, Wasser, Dämpfe).

Wird aber das Umgekehrte plötzlich bewirkt (durch Vermehrung des Druckes, durch Abkühlung oder durch beides), so wird Wärme frei, d. h. es muß bei Verminderung der Weite der Schwingungen sich die Anzahl derselben vermehren, um dasselbe Bewegungsmoment zu erhalten.

Wenn bei diesen Umwandlungen der feste Körper, z. B. das Eis ein größeres Volumen einnimmt als das Wasser, aus welchem es entstanden ist, so liegt dies darin, daß sich die Atome des Wassers nach dem Hexagonalsysteme krystallisiren, wobei der Raum durch den Stoff weniger erfüllt wird.

Aus den oben angegebenen Gesichtspunkten inbetreff des Wesens der Wärme lassen sich auch die Erscheinungen des Verdunstens und Verdampfens leicht erklären. Die Molekel einer jeden tropfbaren Flüssigkeit sind bei jeder Temperatur in einem

gewissen Schwingungszustande. Die an der freien Oberfläche schwingenden haben nach dieser hin eine weiter gehende Bewegung, als nach dem Inneren der Flüssigkeit, weil dort der Widerstand geringer ist als hier. Es ist also natürlich, daß sich die an der Oberfläche befindlichen Theilchen nach und nach in die Luft entfernen, d. h. die Flüssigkeit verdunstet, was natürlich noch leichter vonstatten geht, wenn auch der Widerstand der Luft beseitigt ist, oder die Flüssigkeit in einem luftleeren Raume sich befindet.

Wird nun gar durch Zuführung von Wärme nicht nur die Schwingungszahl, sondern auch die Schwingungsweite vergrößert, so treten die Molekel an der Oberfläche mit ihrer größeren Schwingungshälfte noch leichter aus der Flüssigkeit und können durch die Kohäsion endlich sogar im Inneren nicht mehr zurückgehalten werden, d. h. die Flüssigkeit verdampft.

Ist der Raum über der Flüssigkeit nicht frei, sondern abgesperrt, so wird der äußere Theil der Elongation der Schwingungen wegen des Widerstandes der Gefäßwände und der bereits vorhandenen Dämpfe immer kleiner und es treffen immer mehr und mehr Dampftheilchen bei der Rückschwingung die Oberfläche der Flüssigkeit, kehren in sie zurück und hören auf, sich aus ihr zu erheben, wenn der Raum für eine bestimmte Temperatur mit Dämpfen gesättigt ist. Wird der Flüssigkeit mehr Wärme zugeführt, so dient sie, weil die Weite der Schwingungen sich nicht vergrößern kann, zur Vermehrung der Schwingungszahl oder Erhöhung der Temperatur sowohl des Wassers, als auch der Dämpfe, deren Sättigungsgrad dabei wächst.

Weil ein bestimmter Körper mit bestimmter Geschwindigkeit ein bestimmtes Bewegungsmoment hat, so muß auch ein gewisser Körper, z. B. Dämpfe im Sättigungsgrade, bei bestimmter Temperatur durch eine bestimmte Wärme auf bestimmte Weise ausgedehnt werden und einen bestimmten Druck ausüben. Es ist der Druck eines Gases, auch eines permanenten, nachaußen das Produkt

der Menge der Molekel und der Geschwindigkeit (Elongation) und Menge der Schwingungen. Dämpfe haben also eine bestimmte, vom Sättigungsgrade und der Temperatur abhängige Spann- oder Druckkraft.

Jeder durch die Wärme sich ausdehnende Körper übt, wenn ihm ein Widerstand geleistet wird, einen Druck aus, welchen man als die von der Wärme vollbrachte Arbeit ansieht, aus der man auf die verbrauchte Wärme zurückschließen kann. Ist aber die Arbeit vollbracht, so hört die Wärme auf als solche zu existiren und erscheint z. B. als Bewegung einer Maschine: es ist dann die Summe der oscillatorischen Molekularbewegung durch Maschinen übergetragen auf eine Masse zu rotirender und fortschreitender Bewegung.

Auch in anderen Erscheinungen zeigt sich der ungeheure Erfolg bei der Zusammenwirkung von Molekularkräften, z. B. der Kapillarattraktion; denn durch einen angefeuchteten Strick z. B. können sehr schwere Körper gehoben, durch angefeuchtetes Holz selbst Felsen gesprengt werden.

Wir haben also erkannt, daß von dem Gesetze: die Bewegungsgrößen zweier Körper verhalten sich wie die Produkte aus ihren Massen und Geschwindigkeiten, die durch die Erscheinungen festgestellte Wahrheit: die Expansivkräfte zweier Gasarten verhalten sich wie die Produkte aus ihren Dichten und Temperaturen, nur ein specieller Fall ist; denn die Expansivkräfte sind die Bewegungsgrößen, die Dichten sind die Massen und die Temperaturen die Geschwindigkeiten.

Die chemische Verbindung von Grundstoffen ist nur durch Atombewegungen möglich, und da bei einer solchen Verbindung Wärme frei wird, so ist sie grade ein Zeichen der stattfindenden Bewegung und gibt durch ihren Grad sogar ein Maaß für die chemische Verwandtschaft.

Eine ähnliche Quelle hat die Wärme in den lebenden orga-

nischen Körpern, indem die aufgenommenen Nahrungsmittel einem Stoffwechsel unterworfen sind.

Ein anderer Beweis davon, daß die Wärme eine Molekularbewegungserscheinung ist, liegt in der bei der Formveränderung eines Körpers stattfindenden Wärme, wenn z. B. prismatischer Schwefel in oktaedrischen übergeht oder wenn Kandiszucker bei einer Wärme von 38 Grad schnell zu krystallinischen Fäden ausgezogen wird und er sich dabei bis auf 80 Grad erwärmt.

Wenn das Sonnenlicht zu uns durch die Schwingungen des Weltäthers gelangt und die Atome der irdischen Körper von Aether umgeben sind, so ist es natürlich, daß durch die andauernden und ungeheuer schnellen (gegen 600 Billionen in 1 Secunde) Schwingungen des zarten Aethers auch die massenhafteren Atome der irdischen Körper mehr und mehr in Schwingungen gerathen müssen, was um so besser geschieht, je mehr in dem Körper die Lichtschwingungen als solche vernichtet werden, d. h.: je schwärzer der Körper ist, desto besser wird er durch die Sonne erwärmt.

Sollte ich mich, um den Nachweis zu führen, daß die Wärme eine Molekularschwingungserscheinung der irdischen Körper ist, vielleicht länger aufgehalten haben, als es manchem geehrten Leser nothwendig zu sein schien; so geschah es weniger, um das Phantom eines Wärmestoffes zu verscheuchen, als vielmehr, um verschiedene, scheinbar sehr heterogene Erscheinungen auf dasselbe Prinzip von den Schwingungen der Stofftheile selbst zurückzuführen, die Idee von Bewegungen besonderer Wärmesphären um die Atome zu beseitigen, und einige Begriffe (Wärmecapacität, freie und gebundene Wärme) klarer zu machen als gewöhnlich geschieht.

Ueber die Electricität und den Magnetismus.

Wir müssen, wenn auch nicht ohne einiges Widerstreben, fortfahren, die Hirngespinste der Imponderabilien zu zerreißen, weil sie ja, wie wir gesehen haben und es täglich noch lesen und hören können, die Phantasie Vieler noch irreführen.

Wir kommen nach der Behandlung der Wärme nun zur Electricität und zum Magnetismus.

Hier ist der Vorstellung für einen ungreifbaren Stoff als Fundament der Erscheinungen ein scheinbar noch größerer Anhalt gegeben, zumal man, wie im gewöhnlichen Leben häufig geschieht bei einzelnen Erscheinungen, z. B. bei denen der Leydener Flasche, stehen bleibt. Man ladet die Flasche mit Electricität, man sammelt sie darin an, sperret sie sogar ab. Das sind, wie man glaubt, der Sache so entsprechende Vorstellungen, daß es sich nicht lohnt einen Zweifel darüber aufkommen zu lassen.

Die Illusion verschwindet aber schon einigermaßen, wenn man statt der Flasche die ebene Franklin'sche Tafel anwendet und ganz dieselben Erfolge erzielt wie mit der Flasche. Wir können nun aber auch eine sehr große Reihe von Thatsachen anführen, die sich theils auf die Entstehungs-, theils auf die Fortpflanzungs- und Vernichtungsweise der Electricität beziehen, welche die Materialität der Electricität als solcher nicht nur unwahrscheinlich, sondern rein unmöglich erscheinen lassen.

Wenn die Electricität, die sich durch ganz bestimmte Eigenschaften charakterisirt, ein Stoff wäre, so müßte man annehmen, daß dieser Stoff durch Mittel sich erzeugen ließe, die nicht eine

Spur von Aehnlichkeit darbieten. Sie wird u. a. hervorgebracht durch Drücken und Spalten von Körpern, durch das Streicheln des Felles eines lebenden Rehes, durch das Ausströmen von Dampf aus einem engen Spalte, durch das Reiben von Harz oder Glas an wollenem Zeuge, durch Berührung, ja bloße Annäherung verschiedener Metalle, ja selbst gleichartiger, wenn sie nur irgendeine Verschiedenheit in Politur, Farbe, Dichtigkeit, Härte, Form, im Schmelzpunkte, in der Temperatur, in der specifischen Wärme, Wärmecapacität oder in dem Mischungsverhältnisse der Bestandtheile darbieten. Wenn ferner selbst die Verschiedenheit der Zeit des Eintauchens vollkommen gleichartiger Metalle in eine bestimmte Flüssigkeit, wenn die Krystallbildung, die chemischen Prozesse, ja wenn sogar das bloße Krümmen unserer Glieder und die Bewegung eines Magneten in der Nähe eines insich geschlossenen Kupferdrahtes die Electricität erzeugen; so ist es unmöglich, daß durch so verschiedene Mittel derselbe Stoff und überhaupt ein Stoff hervorgebracht werde.

Wenn aber so verschiedene Mittel zu demselben Ziele führen, so müssen in ihnen Momente liegen, welche mit der Materie als solcher gar nichts zu thun haben. Es ist absolut unmöglich, daß der rein mechanische Vorgang der Bewegung mit oder ohne Berührung zweier sowohl in qualitativer als quantitativer Beziehung einander durchaus nicht verändernden Stoffe einen dritten davon vollständig verschiedenen Stoff in ewig unerschöpflicher Weise erzeugen sollte.

Wäre die Electricität eine Flüssigkeit (ein Fluidum), warum fließt sie bei einer hohlen Metallkugel mit einer Oeffnung nicht in das Innere, sondern warum bleibt sie nur auf der Oberfläche? Warum fließt sie ferner auf einem isolirten cylindrischen Conductor, auf welchem sie von der Mitte aus nach den beiden Enden mit wachsender Intensität entstanden ist, indem man den Metallcylinder einem electrischen Körper nur näherte, von den beiden Enden nicht zusammen und warum ist die Mitte (die

Indifferenzstelle) wie beim Magnetismus ein unübersteiglicher Berg?

Alle diese Erscheinungen sind mit dem Begriffe einer Flüssigkeit gar nicht in Uebereinstimmung zu bringen.

Da die Geschwindigkeit der Electricität mittelst eines Kupferdrahtes thatsächlich gegen 62 Tausend geographische Meilen beträgt und dabei nur zwei Fälle denkbar sind, wenn man sich die Electricität als ein Fluidum denkt, nämlich daß dieses imponderable Fluidum entweder in oder auf dem Kupferdrahte sich fortbewegt; so ist absolut unbegreiflich, warum es wegen seiner Feinheit in dem massenhaften Kupfer nicht einen unüberwindlichen Widerstand findet oder trotz seiner Zartheit nicht die furchtbarsten Zerstörungen auf seinem Wege anrichtet. Die Vögel sitzen während des Telegraphirens ganz ruhig auf den Drähten, ohne daß ihnen die Füße abgerissen werden.

Wenn man andererseits sieht, daß durch Electricität nicht nur kleine Räderwerke, sondern selbst größere Maschinen und Schiffe, wenn auch nicht bedeutende, in Bewegung gesetzt werden; so läßt sich nicht erwarten, daß dies blos als Wirkung eines unserer Wahrnehmung sich vollständig entziehenden Stoffes anzusehen möglich ist.

Man kommt durch die Stofftheorie zu reinen Absurditäten, denn man müßte es gelten lassen, daß die Summe zweier Stoffe, die in vielen Stücken übereinstimmende Eigenschaften haben und beide in ihren äußeren Erscheinungen oft mit gewaltiger Energie auftreten, Null wäre, indem positive und negative Electricität, welche man in gleicher Intensität getrennt an zwei verschiedenen isolirten Leitern hat, bei ihrer mit Erleuchtung gefeierten Verbindung spurlos verschwunden sind.

Dabei will ich ein noch ziemlich allgemein verbreitetes Vorurtheil von der sogenannten Mittheilung der Electricität kurz beleuchten. Wenn nämlich ein isolirter Leiter z. B. positiv electrisch ist und man nähert ihm einen zweiten isolirten Leiter so

14*

weit, daß ein Funken erschienen ist; so zeigt dann auch der zweite Leiter positive Electricität und der erste hat nun dergleichen weniger, so daß es inderthat scheint, als habe der erste dem zweiten von seiner Electricität abgegeben oder mitgetheilt. Aber der eigentliche Vorgang ist folgender.

Der positiv electrische Körper hebt den unelectrischen Zustand des zweiten Leiters auf, wenn dieser sich ihm nähert, so zwar, daß die nähere Seite negativ, die abgewendete positiv wird mit wachsender Intensität bei vergrößerter Annäherung. In einer gewissen, von verschiedenen Umständen abhängigen Entfernung beider Leiter erscheint der Funke als ein Zeichen der Abgleichung und Vernichtung der negativen des zweiten Leiters durch ein gleiches Maaß von positiver des ersten und es hat nun der zweite allerdings nur noch positive, wie der erste, welcher von ihr zwar verloren, aber nicht abgegeben, sondern hat vernichten lassen durch die negative des zweiten.

Wäre der zweite Leiter nicht isolirt, sondern mit dem Erdboden in leitender Verbindung, so würde sich in ihm die negative Electricität bei seiner Annäherung an den ersten positiv electrischen Körper so stark entwickeln, daß sie bei der Funkenerscheinung die positive des ersten ganz vernichtete. Jeder sogenannten Mittheilung geht also stets eine Vertheilung und Aufhebung eines Gegensatzes voran, so daß das Electrisiren immer das letztere bedeutet.

Eben so mißlich wie mit dem electrischen Fluidum, ja fast noch mißlicher ist es mit dem magnetischen, weil es eine stillere Wirksamkeit zeigt.

Auch der Magnetismus wird, wie die Electricität, durch voneinander sehr verschiedene Mittel hervorgebracht und die Erscheinungen beider sind eigentlich untrennbar mit einander verbunden, so zwar, daß Electricität niemals ohne Magnetismus erscheint, wenn auch der letztere nur unter Umständen die erstere in sich schließt.

Wir erwähnen daher jetzt nur noch einige besonders auffallende Vorgänge.

Nähert man die warme Hand einer guten Thermokette oder Thermobatterie, so weicht die im Schließungsbogen eingeschaltete Deklinationsnadel des Multiplikators ab, selbst wenn sie auch in sehr großer Entfernung aufgestellt ist. Wird hier die Wärme der Hand überhaupt und in dieser Entfernung einen Stoff erzeugen?

Wird eine Stange von ganz weichem Eisen lothrecht oder noch besser im magnetischen Meridiane mit der Neigung gegen den Horizont, welche die Inklinationsnadel an dem betreffenden Orte zeigt, aufgestellt; so wird die Stange sofort magnetisch, wobei sie unten positiven, oben negativen Magnetismus zeigt. Kehrt man die Stange schnell um, so wird auch die Polarität der beiden Enden den vorigen ebenso schnell entgegengesetzt. Geschieht die Umdrehung der Stange sehr schnell und wiederholt, so zeigt der Stab Electricität. Was an dem weichen Eisen der Erdmagnetismus bewirkt, kann auch durch einen künstlichen Magneten erzeugt werden. — Es wäre also, um einen bestimmten Stoff hervorzubringen, hinreichend einer Eisenstange nur eine bestimmte Lage zu geben!

Macht man Stahlstäbe durch Bestreichen mittelst eines Magneten auch zu Magneten, so verliert der Streichmagnet nicht nur nichts, sondern er wird dadurch sogar kräftiger. Er gibt also beim Magnetisiren gewiß keinen Stoff ab und wenn man sagt: er bringt blos das im Stahlstabe ruhende Fluidum in Bewegung, wobei er es in zwei Theile spalten müßte, so ist dies eben nur eine unklare Redensart.

Man kommt auch hier zu förmlichen Absurditäten, wenn man ein magnetisches Fluidum annimmt. Legt man z. B. auf eine von den beiden Löthstellen einer Wismuth-Antimon-Kette ein Stückchen Eis, so entsteht in der Kette Magnetismus; legt man aber statt dessen eine glühende Kohle auf, so entsteht auch

Magnetismus. Wie wenig Kohle und Eis dasselbe sind, ebenso wenig können sie denselben Stoff erzeugen oder ihn aus den Metallen hervorzaubern.

Wir kommen also zu dem Schlusse, daß keine von den obigen Erscheinungen ihre Begründung in einem besonderen, sich unserer Wahrnehmung entziehenden Stoffe, in einer besonderen Flüssigkeit, welche sich irgendwo ansammelt und anderswo fehlt oder welche nach einem gewissen Ziele hinströmt, haben kann; denn man müßte zu der abergläubigen Idee greifen, daß das Körperliche aus nichts sich hervorbringen lasse, was absolut unmöglich ist. — Der Stoff als solcher ist im Weltraume seit Ewigkeit vorhanden gewesen; aber er hat imlaufe der Billionen von Jahren großartige Umwandlungen erfahren, wodurch die Weltkörper entstanden sind, und erfährt diese Umwandlungen auf den einzelnen Weltkörpern imkleinen immerfort noch, wodurch die ganze unorganische und organische Welt besteht und lebt.

Wenn wir nun auch gesehen haben, daß Bewegung imstande ist am Ruhenden den Zustand zu ändern und wenn dieser mit neuen Erscheinungen verbundene Zustand nicht als Folge eines neuen Stoffes angesehen werden kann, so muß es ein eigenthümlicher Bewegungszustand des ursprünglichen Stoffes sein, aber nicht ein Bewegungszustand des Stoffganzen oder des ganzen Körpers, sondern der Stoffmolekel; auch nicht der Stoffatome, weil in den Erscheinungen der Electricität und des Magnetismus keine Stoffumwandlungen wie in der Chemie stattfinden.

Da die Electricität als lebendige Kraft z. B. beim Telegraphenapparate und anderen kleinen Maschinen wirksam ist, so können wir den mechanischen Nutzeffekt nur ansehen als die Summe der ungeheuer vielen Molekularkräfte, welche in der Electricität thätig sind. — Es ist auch hier eine Uebertragung oder Transmission der Kräfte. Die bei der chemischen Stoffumwandlung in der konstanten Kette z. B. stattfindende Atombewegung geht durch

die Electromotoren über in eine rein mechanische oder dynamische, den Stoff nicht mehr umwandelnde Molekularbewegung des Leitungsdrahtes, welcher, wie der Triebkolben bei der Dampfmaschine, als die bewegende Kraft der Maschine anzusehen ist.

Wie mächtig aber Molekularkräfte in ihrer Gesammtwirkung sein können, sehen wir ja u. a. bei der blos auf äußere Verwandtschaft, nicht auf die chemische Anziehung sich beziehenden Kapillar-Attraktion, wenn z. B. die Anziehung des trockenen Holzes gegen Wasser imstande ist Felsen zu sprengen.

Daß nun auch die Electricität und der Magnetismus nichts anderes sind, als Molekurlarbewegungserscheinungen, möchte somit als unwiderleglich angesehen werden können. Wir haben dasselbe aber bereits von der Wärme sagen müssen, und doch haben alle drei so vieles Unterscheidende, daß wir sie durchaus nicht als identisch ansehen können; es müssen also die Bewegungsarten in ihnen verschieden sein und diese Verschiedenheit zu ergründen ist eben so verlockend als schwierig.

Molekularerscheinungen.

Wir haben in den bisherigen Betrachtungen die Erscheinungen des Lichtes und des Schalles deshalb nicht besonders hervorgehoben, weil es nach unserer Bekanntschaft keinen denkenden Physiker in der Gegenwart gibt, welcher Schall und Licht als etwas Stoffliches angesehen wissen möchte. Wenn es bei dem Schalle bisher noch Niemand gewagt hat, so ist doch neuerdings, nachdem die Emanationstheorie längst zu Grabe getragen war, der, man kann nur sagen, höchst unglückliche Versuch unternommen worden, die so glänzenden Forschungen über das Wesen des Lichtes, welche Theorie und Praxis in einer absolut vollkommenen Uebereinstimmung zeigen, zu erschüttern.*) Es gehören aber inderthat auch Licht und Schall in den Kreis unserer Betrachtung, weil sie ebenfalls schwingende Bewegungserscheinungen sind und weil sie nicht isolirt dastehen, sondern ebenfalls einen deutlichen Zusammenhang mit den anderen zeigen. Wir können nämlich die Behauptung aufstellen und rechtfertigen, **daß jede von den fünf Erscheinungen, des Schalles, des Lichtes, der Wärme, der Electricität und des Magnetismus, nicht nur Ihresgleichen gewissermaßen als Resonnanz oder Echo, sondern auch jede der vier anderen erzeugt, theils durch Vermittelung irdischer Körper, theils durch den kosmischen Aether, und daß mehre von ihnen gleichzeitig auftreten.**

*) W. Pößnecker, die eigentliche Ursache aller Krafterscheinungen im Universum. München 1863, b. Gummi.

Es ist wesentlich dieser innere, in neuerer Zeit mehr und mehr entdeckte Zusammenhang in den scheinbar verschiedenartigsten Erscheinungen, welcher geeignet ist, uns auf die richtige Spur zur Erkenntniß des Wesens derselben zu führen; denn je mehr man die Erscheinungen isolirt betrachtet, desto räthselhafter zeigen sie sich, und je mehr man nach gemeinschaftlichen Prinzipien forscht, desto klarer tritt das Wesen des Zusammenhanges der miteinander verbundenen Thatsachen, so wie jeder einzelnen hervor. Schon Alexander v. Humboldt sagt in einem ähnlichen Sinne: „Je tiefer man eindringt in das Wesen der Naturkräfte, desto mehr erkennt man den Zusammenhang der Phänomenen, die, lange einzeln und oberflächlich betrachtet, jeder Anreihung zu widerstehen schienen."

Wir müssen uns also vorerst diesen Zusammenhang in seinen Hauptzügen durch äußere Thatsachen vorführen.

Wird von zwei gleichstimmigen Stimmgabeln die eine zum Tönen gebracht, so erregt sie auch die andere in ihrer Nähe befindliche mittelst eines festen Körpers oder auch schon durch die dazwischen befindliche Luft. Ferner zeigt sich an ihnen nach längerem Gebrauche Magnetismus; an den Knotenlinien der Klangfiguren sind Spuren von Electricität; es entwickelt sich an einem längere Zeit schallenden Körper Wärme und selbst die Schwingungen bei der Fortpflanzung des Schalles sind mit Wärmeentwicklung verbunden, ohne welche die Geschwindigkeit eine geringere sein würde, als sie in der Erfahrung sich zeigt; endlich zeigen sich tönende Glasscheiben insofern von Einfluß auf das Licht, als sie es bei Längsschwingungen doppeltbrechend machen.

Magnetismus erzeugt im Eisen wieder Magnetismus. Bewegt sich ein Magnet am ruhenden Kupfer hin und her, so wird in diesem Electricität erzeugt; sie entsteht aber auch und mit ihr Wärme und Licht, wenn eine Kupferscheibe zwischen den Magnetpolen gedreht wird. Der Magnetismus ist imstande das electrische

Licht im luftverdünnten Raume abzulenken, seine Schichtungen zu verschieben, die Polarisationsebene des Lichtes zu drehen und auch den sogenannten electrischen Strom abzulenken.

Ein electrischer Körper erzeugt in einem benachbarten unelectrischen in gleicher Weise Electricität, wie ein Magnet im weichen Eisen Magnetismus. Sowohl die kontinuirliche, als auch die diskontinuirliche electrische Entladung sind mit Entwickelung von Magnetismus, Wärme und Licht im Leitungsdrahte verknüpft. Wenn durch einen Stab aus weichem Eisen mit freien Enden ein diskontinuirlicher electrischer Strom geleitet wird, so entsteht im Stabe der zu den Längsschwingungen gehörige Grundton. Wird ein Stahlstab mittelst abwechselnd rechts und links gewundener Kupferspiralen durch einen electrischen Strom diskontinuirlich magnetisirt, so tönt er ebenfalls. Die Glasflaschen einer Nebenbatterie tönen mit Longitudinal- (Längs-) Schwingungen (das Ohr ist also ambesten in der Richtung der Glasscheiben zu halten), wenn die Ladung durch einen Funkenmesser geschieht.

Durch Wärme werden manche Fossilien polarelectrisch; ungleich warme Metalle erregen einander in einem so hohen Grade electrisch, daß damit nicht nur die Erscheinungen des Magnetismus und des Lichtes, sondern auch physiologische und chemische Wirkungen verbunden sind. Erwärmen und Erkalten bringen an manchen Körpern (Zinnober, rothem Quecksilberoxyde, Mennige, Stahl) einen Farbenwechsel hervor. Wärmedifferenzen erzeugen auch ziemlich kräftige Töne, wie wir am Thermophone und einzelnen Erscheinungen in der Natur erkennen, z. B. nach Alexander v. Humboldt an manchen Granitfelsen am Ufer des Orinoko.

Endlich greift das Licht mächtiger in die anderen Erscheinungen ein, als man gewöhnlich annimmt. Es erzeugt Electricität, denn wird von zwei reinen Platinblechen in einer Säure das eine dem Lichte, namentlich dem blauen mit seinem intensiven Bewegungsmomente, ausgesetzt; so zeigt dieses Blech bei Anwendung

eines Multiplikators sich positiv electrisch. Wird die eine Hälfte einer feinen Stahlnadel mit blauem Papiere umwickelt und sie dann ins Sonnenlicht gelegt, so erhält das umhüllte Ende positiven Magnetismus (Nordpolarität); dasselbe geschieht, wenn man die eine Hälfte der Nadel in der blauen Farbe des Spectrums hin- undher bewegt. Daß das Sonnenlicht eine unendlich wichtige Wärmequelle ist und auch in chemischer Beziehung sowohl verbindend als zersetzend wirkt, braucht wohl kaum noch erwähnt zu werden.

Wir haben von den vielen Erscheinungen, welche das innige Ineinandergreifen der in ihrem Wesen scheinbar so verschiedenartigen Grundursachen beweisen, nur einzelne hervorgehoben, weil dies für den vorliegenden Zweck genügend zu sein scheint. Es gibt aber noch andere Uebereinstimmungen, die sich auf die Art der Wirkungen beziehen.

Zunächst liegt in allen die Fähigkeit, ihre Wirkungen auf die Entfernung durch andere Körper oder eigentlich mittelst anderer Körper zu äußern und zwar nach dem allgemeinen Gesetze, daß, wenn der Zwischenstoff eine gleichmäßige Dichtigkeit und Beschaffenheit besitzt, die Intensität derselben abnimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung von der Kraftquelle zunehmen.

Als Mittel für die Wirkungen auf die Entfernung dienen theils nur die irdischen Stoffe und Körper, wie z. B. beim Schalle, theils nur der kosmische Aether, wie beim Lichte und der strahlenden Wärme, theils beide, insofern letzterer die ersteren durchdringt und zufolge der allgemeinen Gravitationsgesetze nach den Verhältnissen der Atomgewichte in ihnen außerordentlich verdichtet erscheint, wozu eine merkwürdige Analogie in der Chemie angeführt werden kann, indem ein Maaß Wasser imstande ist 670 Maaß Ammoniakgas zu absorbiren oder in sich zu verdichten.

Obwohl sich das Band zwischen Ursache und Wirkung,

wenn es der Weltäther ist, unserer sinnlichen Wahrnehmung entzieht, so erscheinen uns doch nach dieser Darstellung die durch dasselbe vermittelten Wirkungen auf die Entfernung inderthat ebensowenig räthselhaft, als wenn electrische Fische ihre vernichtenden Schläge durch das Medium des Wassers ertheilen oder sehr nervenreizbare Menschen die Nähe von gewissen Thieren, z. B. Katzen, erkennen, ohne sie zu sehen. Eine Störung des Gleichgewichts in den Molekeln eines irdischen Körpers wird auch den Aether sowohl in ihm als auch außer ihm in gleicher Weise zur Bewegung anregen und somit eine Fortpflanzung derselben bis zum Aether in einem andern Körper erzeugen, so daß durch diesen die Molekel des letzten Körpers in dieselbe Bewegung hineingezogen werden. Bringe ich innerhalb einer großen Wassermenge einen Körper in Schwingungen, so gerathen die im Wasser schwimmenden Körper nach und nach auch in solche Schwingungen.

Sowohl die Beschaffenheit der irdischen Körper, als auch die des Aethers bedingt nicht nur die Geschwindigkeit der Fortpflanzung einer gewissen Bewegungsart, sondern bringt auch in letzterer selbst wesentliche Veränderungen hervor, immer aber bleibt das Bewegungsmoment, d. h. die in der Bewegung des Stoffes liegende Kraft ungeändert. In einem Stoffe von durchweg bestimmter Natur und Beschaffenheit in seinem Inneren (Luft, Wasser, Glas, Metall) ist jede Bewegungsart eine gleichmäßige; in einem solchen isotropischen Körper hat auch der Aether überall gleiche Dichtigkeit und Elasticität. So wie Töne von jeder Höhe und Stärke und Licht von jeder Farbe und Intensität in einem bestimmten Medium mit gleicher und gleichmäßiger Geschwindigkeit sich fortpflanzen, so ist es auch mit sogen. electrischen Strömen verschiedener Intensität in einem Leitungsdrahte aus einem bestimmten Metalle bei beliebigem Querschnitte der Fall.

Wenn aber, wie in krystallinischen Körpern, die Anordnung der Massentheilchen nach verschiedenen Richtungen verschieden ist

(heterotrope Körper), so ist dies auch mit der Härte, Spaltbarkeit und ihrem Verhalten gegen Schall, Licht, Wärme und Electricität der Fall. Als Beispiel können dienen für den Schall das Holz, für das Licht der Kalkspath, für die Wärme und Electricität der Borazit, Titanit, Turmalin.

Inbeziehung auf die Fortpflanzung gewisser Bewegungsarten zerfallen die Körper in Leiter, mehr oder weniger schlechte Leiter und in Nichtleiter. Jeder Leiter pflanzt die Bewegung fort ohne ihre Art wesentlich zu ändern, z. B. Luft ist für den Schall, weißes Glas für das Licht, Eisen für den Magnetismus, Kupfer für die Electricität ein guter Leiter, während der Weltäther den Schall als hörbare Bewegungserscheinung gar nicht, Kienruß das Licht, Stahl den Magnetismus, Harz die Electricität schlecht leiten.

Je mehr ein Körper als Leiter für die Erscheinung auftritt, desto weniger verändert er sie; aber schlechtere Leiter können sie nicht nur aufhalten, sondern sogar bedeutend abändern: das Licht oder die Electricität setzt sich um in Wärme, Electricität in Magnetismus u. s. w., wie es in der obigen Zusammenstellung angegeben worden ist. — Diese Umwandlung der Zustände ist also eine Folge der Natur der Körper, welche selbst von dem Wesen und der Form ihrer Atome abhängig ist. So wie verschieden gestaltete Maschinentheile eine Bewegungsart umwandeln, so hier die Atome und Molekel verschiedener Körper.

Eine fernere Uebereinstimmung zeigt sich mit einer beim Magnetismus aus seinem Wesen sich erklärenden Ausnahme bei allen übrigen Erscheinungen darin, daß sie durch gewisse Hindernisse, auf die sie bei der fortschreitenden Bewegung treffen, zurückgeworfen oder wiedergegeben werden. Wir haben beim Schalle das Echo, beim Lichte und der strahlenden Wärme das Leuchten und Erwärmen durch reflektirtes Licht und reflektirte Wärme, bei der Electricität den Gegenstrom und die sogenannte Polarisation, denn wenn der in einem Kupferdrahte gehende

Strom z. B. auf eine Eisenplatte trifft und an dieser endigt, so wird er in den Draht zurückgeworfen.

Aus dem angeführten Grunde erfahren alle diese Erscheinungen eine Abschwächung, wenn sie vermittelt werden durch Körper von wechselnder Beschaffenheit, z. B. der Schall, wenn er gezwungen wird abwechselnd durch feste und luftige Körper zu gehen, oder das Licht, welches wol durch ein ganzes Stück Glas geht, nicht aber durch dieselbe Glasmasse, wenn sie pulverisirt ist; ebenso der electrische Strom, wenn er abwechselnd durch flüssige und feste Körper geleitet wird.

Sodann zeigen sich bei allen fünf Zuständen die Erscheinungen der Koinzidenz. Zwei Töne oder zwei Licht- oder Wärmestrahlen verstärken einander um so mehr, je genauer gleiche Schwingungsphasen beider zusammentreffen. Die Konstruktion electrischer und magnetischer Batterien, durch welche man verstärkte Wirkungen erhält, beruht ebenfalls auf dem Zusammenwirken gleichartiger Kräfte, die bei übereinstimmender Richtung einander verstärken.

Endlich ist die Erscheinung der Interferenz, welche durch das Zusammentreffen entgegengesetzter Schwingungsphasen mit gleichen Bewegungsmomenten entstehen, auch allen fünf Zuständen gemeinsam. Schall und Schall gibt Stille, wie es sich in den Punkten zweier von den Zinken einer tönenden Stimmgabel ausgehenden zweiästigen krummen Linie zeigt; Licht und Licht gibt Finsterniß, was durch zwei unter sehr kleinem Winkel einander treffende Lichtstrahlen erreicht wird; Wärme und Wärme bei der Strahlung zeigt nichts von Wärmeerhöhung, und ebenso heben gleich intensive entgegengesetzte Electricitäten und Magnetismen einander auf, so daß jede Wirkung nachaußen verschwindet.

Wenn es gestattet ist schon jetzt nach dem wunderbaren Ineinandergreifen der scheinbar verschiedenartigsten Erscheinungen und nach der Uebereinstimmung in dem Wesen ihrer Wirksamkeit einen ahnungsvollen Blick in die Zukunft zu werfen, so werden wir zu

der Ansicht gedrängt auch die Electricität und den Magnetismus als schwingende Bewegungserscheinungen anzusehen, wie dies zweifellos von Schall und Licht der Fall ist.

Ich meine in den früheren Betrachtungen durch unumstößliche Prinzipien und Thatsachen nachgewiesen zu haben, daß die Erscheinungen des Magnetismus und der Electricität wie die des Schalles, des Lichtes und der Wärme Schwingungserscheinungen sind. Es wäre, um diese Behauptung zu erhärten, leicht gewesen noch eine größere Reihe von Erscheinungen anzuführen; ich muß mich aber für den hier vorliegenden Zweck kurz fassen.*)

Es treten nun die Hauptfragen an uns: Wer schwingt in den Erscheinungen des Magnetismus und der Electricität, und von welcher Art sind die Schwingungen?

Die Beantwortung der ersten Frage hat keine Schwierigkeit. Wenn ein Electromagnet Tausende von Pfunden trägt und wenn man, wie Jakobi ausgeführt hat, durch den sogenannten electrischen Strom selbst kleine Fahrzeuge und Maschinen in Bewegung setzt, so ist wol nicht daran zu denken, daß der unendlich zarte Weltäther das Bewegungsmoment allein abgibt. Wir kennen bereits wol den mechanischen Erfolg der 600 Billionen Schwingungen während einer Secunde in der durch das Sonnenlicht erzeugten Wärme, aber ohne darin eine bewegende Kraft von größeren Massen entdeckt zu haben. Erst wenn die Stofftheile eines Körpers durch die Wärme von den Fesseln der Kohäsion hinreichend befreit waren, wie im Dampfe, zeigte sich die Kraft

*) Wer sich für diese Studien näher interessirt, findet im vierten Theile meiner „Populären Kosmogenie" noch ein ausgibiges Material.

wirksamer. Wenn also im Dampfe ein so bedeutendes Bewegungsmoment liegt, so kann dies nur die Summe der Kräfte von den unendlich vielen und außerordentlich rasch und frei schwingenden Stofftheilchen selbst sein. Wer letztere in Bewegung versetzte, ist eine Frage fürsich.

Wenn nun auch in der Electricität die lebendige Kraft weit geringer, wenigstens nicht einer so bedeutenden Steigerung fähig ist, so ist sie immer noch allzu groß, als daß es möglich wäre, die Schwingungen des Weltäthers allein als das Agens anzusehen. Es sind also auch hier Schwingungen der Stofftheilchen selbst, welche aber, wie z. B. in einem Leitungsdrahte, noch durch die Kohäsion aneinander gefesselt sind, so daß der Erfolg nachaußen ein geringerer werden muß.

Wir haben aber in der Electricität und im Magnetismus nicht blos bewegende Kräfte, sondern entgegengesetzte Kräfte. Nun steht es fest, daß ein bestimmter Körper dann entgegengesetzte Kräfte zeigt, wenn er in beiden Fällen nach gradlinig oder bogenförmig entgegengesetzten Richtungen sich bewegt. Wenn bei einem electrischen Leitungsdrahte jede Stelle nach entgegengesetzten Richtungen auch entgegengesetzte Electricität äußert, so muß jedes kleinste Körpertheilchen um seinen Schwerpunkt mit seinen beiden Hälften nach entgegengesetzten Richtungen schwingen.

Ginge bei diesen Schwingungen jede Hälfte hin und her jenseits und diesseits der ursprünglichen Gleichgewichtslage, in welcher der Leiter noch unelectrisch und unmagnetisch war; so würden die Polaritäten jeder Hälfte während einer Schwingung wechseln, was thatsächlich nicht der Fall ist, indem jede Polarität ihre ursprüngliche Richtung während der ganzen Zeit der konstanten Leitung behält. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, daß die Schwingungen der Massentheilchen um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt beider Hälften nicht jenseits und diesseits der ursprünglichen Gleichgewichtslage, sondern außerhalb derselben für die eine Hälfte nur jenseits, für die andere nur diesseits stattfinden können.

In dieser Annahme liegt zugleich die Bedingung für die Erscheinung, daß ein Leitungsdraht, wie lange die Electricität durch ihn geht, eben so lange auch magnetisch ist, so daß also der Magnetismus nicht die Schwingung selbst bedeutet, sondern nur die Lage der Massentheilchen außerhalb der Gleichgewichtslage, nämlich in einer Schwingungslage, in welcher sie 1/4 der ganzen Schwingung vollendet haben und nun in dieser Lage zurückgehalten werden.

In einem Stahlmagneten ist eine bleibende Fixirung dieser Viertelsschwingung, von deren Elongation oder Weite die Kraft des Magneten abhängt; in einem magnetisch gewordenen Leitungsdrahte für die Electricität geschehen außerdem noch vollständige Schwingungen um diese den Magnetismus bedingende Lage. Wir haben die Fixirung eines Viertels einer Hauptschwingung (Magnetismus) und um diese noch eine Nebenschwingung (Electricität). Es würde daher mit vollem Rechte die Behauptung aufgestellt werden können:

> bewegter Magnetismus ist Electricität und zur Ruhe gebrachte Electricität ist Magnetismus,
> oder, was dasselbe sein würde für den zweiten Fall:
> Spannungselectricität ist Magnetismus.

Ein schlagender Beweis für die Richtigkeit dieser Hypothese liegt in der Thatsache, daß ein Magnet in einer Kupferspirale nur im Augenblicke seiner Bewegung die Electricität erregt, durchaus aber nicht wenn er ruht. Ferner zeigt die Spannungselectricität auf der Scheibe einer in Thätigkeit gesetzten Electrisirmaschine ihre Polarität durch den Einfluß auf eine Magnetnadel.*)

Die electrische Bewegung innerhalb der beiden Hälften dieser vollständigen Schwingung ist aber nicht dieselbe, sondern die

*) Siehe die oben citirte Schrift, wobei das Gesetz gilt: Der Nordpol eines Magneten verhält sich wie positive, der Südpol wie negative Electricität.

Geschwindigkeit auf dem Hinwege, die Ladungsschwingung, erzeugt durch die stets vorwärtstreibende electromotorische Kraft, ist eine größere, als die auf dem Rückwege, durch die Kohäsionskraft erzeugte oder die Entladungsschwingung; daher ist das Kraftmoment, der Stoß, dort ein größeres als hier. Geht daher Electricität kontinuirlich durch einen Leitungsdraht, der in einer Flüssigkeit steht, so muß dieselbe wegen der einseitigen Stöße um den Draht sich drehen. Die Erfahrungen bestätigen dieses vollkommen.

Die Weite dieser electrischen Schwingungen und deren Menge in einer bestimmten Zeit bedingen die sogenannten Intensitäts- und Quantitätserscheinungen; jene wächst mit der Anzahl, diese mit der Ausdehnung der Kettenglieder; dort (bei der Säule) vermehren die folgenden Kettenglieder durch ihre Spannung die durch die früheren erzeugten Elongationen, hier (bei der einfachen Kette) wird bei einer bestimmten Spannung durch die mit der Verbreiterung der Kettenglieder verbundene schnellere Ladung und Entladung die Menge der Schwingungen vermehrt. Es ist also natürlich, daß bei der Säule die physiologischen, bei der einfachen Kette die thermischen, optischen und chemischen Erscheinungen kräftiger hervortreten.

Es ist nun noch zu zeigen, aus welchen Erscheinungen die obige Ansicht von den electrischen und magnetischen Schwingungen sich rechtfertigen läßt, und ob alle anderweitigen Thatsachen, auch die durch die Electricität entwickelte Wärme, das Licht und selbst der Schall sich damit in Uebereinstimmung bringen und erkären lassen.

Durch die bisherigen Darstellungen wurde es sehr wahrscheinlich gemacht, daß in einem kontinuirlich electrisch erregten Leitungsdrahte jedes kleinste Massentheilchen in einer Doppel-

schwingung um seinen ursprünglichen Gleichgewichts- oder Schwerpunkt begriffen sei, von denen die eine nach einer Viertelschwingung vorübergehend (Kupfer) oder bleibend (Stahl) als Magnetismus festgehalten werde, die andere um sie als Electricität in lebendigen Schwingungen stattfinde.

Die Massentheilchen des Leitungsdrahtes bilden also hierbei keine Verdichtungs- und Verdünnungswellen, wie bei tönenden Longitudinalschwingungen, die sich eben durch diesen Vorgang fortpflanzen; sondern jedes erregt das darauf folgende (fast) gleichzeitig zu eben solchen Schwingungen, wodurch sich die enorme Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Electricität gegen die des Schalles ungezwungen erklärt.

Es fragt sich also: welches sind die Erscheinungen, aus denen sich die aufgestellte Hypothese rechtfertigen läßt?

An den Knotenlinien der Klangfiguren zeigen sich Spuren von Electricität. Da nun die zu beiden Seiten einer solchen Knotenlinie liegenden Flächentheile gleichzeitig nach entgegengesetzten Richtungen schwingen, die Elongationen dieser Schwingungen aber nach den Knotenlinien hin mehr und mehr abnehmen; so müssen innerhalb sehr scharf ausgeprägter Linien die Enden jedes Massentheilchens sich gleichzeitig nach entgegengesetzten Richtungen bewegen. Durch die Rückwirkung der Kohäsion und Elasticität des tönenden Stoffes haben wir also Molekularschwingungen außerhalb der ursprünglichen Gleichgewichtslage.

Wenn man ferner aus dünnen vierseitigen Metallplättchen eines bestimmten Metalles (Silber, Kupfer, Zink, Messing, Neusilber) Säulen so zusammensetzt, daß die Plättchen gegen die Achse schief gelagert sind, und man erwärmt entweder die obere oder nur die untere Kante; so zeigt die Säule für die beiden Fälle entgegengesetzte electrische Ströme, indem die Massentheilchen auf entgegengesetzten Seiten der natürlichen Achsenlage schwingen.

Wenn Electricität einen Eisendraht schmelzt, so bildet sie hohle Kügelchen, weil der nachaußen gerichtete Theil der

Schwingung einen geringeren Widerstand findet, als der innere, indem hier die Massentheilchen aneinander stoßen.

Bringt man einen Tropfen heißen Siegellacks auf den Konduktor einer in Thätigkeit gesetzten Electrisirmaschine und bildet man von ihm aus durch Wegziehen mittelst einer Siegellackstange Fäden; so zeigen die feinsten von ihnen hohle Spiralen, die stärkeren blos an der Oberfläche und zwar auf dem positiven Konduktor von links nach rechts, auf dem negativen umgekehrt gewundene. — Diese Spiralen sind eine Folge der während des Ausziehens des Fadens ringsum nach derselben Richtung stattfindenden einseitigen Stöße oder Schwingungen, die bei dickeren Fäden nur äußerliche Windungen zeigen können, weil bei größerem Querschnitte im Innern die entgegengesetzten Schwingungen benachbarter Theilchen einander aufheben und somit die Kohäsion ungehindert fortwirkt.

Da erwärmtes Siegellack negativ, Glas positiv electrisch ist, so geben die von jenem ausgezogenen Fäden äußere von rechts nach links, die von diesem aber umgekehrt gewundene Spiralen.

Die von Wiedemann entdeckten Erscheinungen bei der Drehung und Aufdrehung eines Stahlstabes während seiner Magnetisirung durch einen sogenannten electrischen Strom oder bei der ganz oder theilweise stattfindenden Entmagnetisirung eines Magneten sprechen ebenfalls für die obige Ansicht.

Wird durch einen Stab von weichem Eisen Electricität diskontinuirlich geleitet oder ein Stahlstab diskontinuirlich magnetisirt, so entsteht in beiden Fällen ein zu Longitudinalschwingungen gehöriger Ton, welches ein Beweis davon ist, daß durch das diskontinuirliche Electrisiren die Massentheilchen gezwungen werden nicht blos jenseits oder blos diesseits der Gleichgewichtslage, sondern jenseits und diesseits zu schwingen und somit die Tonschwingungen zu erzeugen.

Der Umstand, daß nicht die Länge eines Drahtes von bestimmter Dicke, sondern die Intensität des Stromes die Höhe des

Tones bestimmt, ist ein direkter sehr sicherer Beweis davon, daß zu jedem electrischen Strome eine gewisse Schwingungszahl der Nebenschwingung gehört.

Wenn zwei Metalle von verschiedener Leitungsfähigkeit und Elasticität und sehr verschiedener Temperatur einander berühren (wie beim Thermophon), so bildet sich aus den beiden einander entgegenkommenden Wärmeschwingungen eine Schallschwingung als Kombinationston der beiden Wärmetöne; natürlich also, wie beim tartinischen Tone, mit einer geringeren (und daher hörbaren) Schwingungszahl, als sie die beiden höheren Wärmetöne haben. Der aus dem elastischeren Metalle bestehende sogenannte Wackler tönt durch und durch. Der Ton wird durchaus nicht durch das Hin- und Herschwanken des Wacklers erzeugt, wie man gewöhnlich annimmt.

Es steht also fest, daß ein Ton sowohl durch Electricität, als auch durch Wärmedifferenz erzeugt werden kann; also muß etwas Uebereinstimmendes im Wesen der Electricität und der Wärme vorhanden und es muß somit auch eines das andere zu erzeugen imstande sein. Letzteres beweisen zunächst die Erscheinungen der Thermoelectricität, woraus sich auch ein Schluß auf das Wesen der Electricität überhaupt machen läßt.

Wird nämlich die Löthstelle zweier übrigens noch unverbundener verschiedenartiger Metalle erwärmt, so pflanzt jedes nur vondaaus die Wärmeschwingungen je nach seiner Natur langsamer oder schneller bis an's Ende fort, so daß die Bewegungsgrößen der Atomeinheiten beider Metalle dieselben sind und das thermische Gleichgewicht endlich hergestellt ist, was man an der gleichen äußeren Temperatur erkennt. — Werden aber die anderen beiden Enden der Metalle durch einen guten Wärmeleiter verbunden, d. h. wird die Kette geschlossen, so entstehen nicht blos in diesem Schließungsbogen, sondern auch in den beiden Metallen selbst durch den Konflikt der jetzt einander entgegenkommenden Schwingungen der beiden Metalle mit einander und mit der in

dem Beharrungszustande der Molekel des Leiters liegenden dritten Kraft zusammengesetzte Schwingungen jenseits und diesseits der Gleichgewichtslage der Molekel, also unsere electrischen Schwingungen.

Sind die beiden Metalle an den beiden Enden zu einer geschlossenen Kette gelöthet und haben entweder die Löthstellen, so wie die Metalle selbst, dieselbe Temperatur, oder die beiden Löthstellen eine andere, als die beiden Metalle, dabei aber eine gleiche; so heben die von jedem Metalle über die beiden Löthstellen nach dem anderen Metalle einander entgegengehenden Schwingungen einander auf, da sie in allen Schwingungsphasen gleiche entgegengesetzte Bewegungsmomente haben.

Ist aber eine Differenz der Temperatur in den Löthstellen bei ursprünglich gleicher Temperatur beider Metalle vorhanden, so müssen die von den verschieden warmen Enden eines jeden einzelnen Metalles durch die Löthstellen nach dem anderen Metalle übergehenden Wärmeschwingungen, weil ihnen andere und zwar verschiedene entgegenkommen, auch electrische Schwingungen erzeugen, wobei jedes Metall gleichsam den Schließungsbogen für den electrischen Strom bildet.

Daß zwischen zwei homogenen Metallen ein heterogenes sich unwirksam zeigen muß, ist klar, weil in ihm eine vollständige Aufhebung der einander entgegenkommenden Schwingungen derselben Art und Intensität geschieht.

Zieht man aber aus einem bestimmten Metalle, besonders Wismuth und Antimon, Drähte mit dicken und dünnen, oder harten und weichen Stellen; so bilden sich durch Erwärmung oder Abkühlung an einer einzelnen Stelle ebenfalls die electrischen Schwingungen, weil die Wärmeschwingungen an den harten und dicken Stellen verzögert, an den weichen und dünnen beschleunigt werden.

Wenn endlich selbst zwei gleichartige Körper auch nur die geringste Verschiedenheit in der Härte, Farbe, Politur und Ober-

flächenbeschaffenheit (Strahlungsvermögen) überhaupt, der Temperatur oder der Wärmecapacität bei gleicher Temperatur darbieten; so sind sie in einem verschiedenen Schwingungszustande. Berühren solche Körper einander, wenn auch nur in einem Punkte, so gleichen sich diese Zustände aus, ohne daß eine neue Erscheinung nachaußen eintritt; werden sie aber noch durch einen metallischen Schließungsbogen, der jeden von ihnen berührt, in Verbindung gesetzt; so haben wir auch hier die electrischen lebendigen Schwingungen; ohne den Schließungsbogen aber blos die durch Berührung erzeugte Spannungselectricität.

Obwohl unsere obigen Erscheinungen nachaußen so klar hervortreten, so sind sie ihrem inneren Wesen nach doch sehr dunkel und es konnte nur dadurch gelingen einiges Licht in dasselbe zu bringen, daß wir sie in ihrer innigen Wechselwirkung betrachteten. Ich werde so lange an der obigen Auffassungsweise festhalten, als man sie durch zweifellose Thatsachen nicht als falsch beweist. Es gehört nicht zum Zwecke dieser kleinen Abhandlung, den Nachweis davon zu führen, daß in allen diesen Fällen die Atome der verschiedenen Stoffe nicht selbst der ursprünglich erste Kraftinhaber sind.

Ueber die Spektralanalyse.

Es muß solchen, welche von der Spektralanalyse gar keinen Begriff haben, außerordentlich befremdlich erscheinen, daß man es wagen kann, mit Zuversicht anzugeben, was für Stoffe in der Sonnenatmosphäre verbrennen und wie die Sonne überhaupt beschaffen ist. Inderthat ist die physikalische Entdeckung, welche nicht nur diese Untersuchungen zu unfehlbaren Resultaten führt, sondern auch weitere Blicke in die tiefsten Geheimnisse der Natur zu thun gestattet und noch weiter in Aussicht stellt, eine der größten Errungenschaften auf geistigem Gebiete. Ich will aber diese schwierig scheinende Sache in ein leicht faßliches Gewand zu kleiden suchen.

Läßt man von einer kreisrunden Oeffnung aus das weiße Licht irgend eines Körpers, z. B. des Platins oder des Kalkes, welcher durch eine Flamme von Knallgas (2 Maß Wasserstoff mit 1 Maß Sauerstoff) glühend gemacht worden ist, durch zwei unter einem Winkel gegeneinander geneigte Ebenen eines durchsichtigen weißen Körpers (eines Glasprismas) gehen und fängt jenseits das Bild mit einer weißen Ebene auf, so ist es nicht mehr rund, sondern um so mehr in die Länge gezogen, je weiter die Wand entfernt ist und ist auch nicht weiß, sondern zeigt die sieben Regenbogenfarben Roth, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau, Violett, so zwar, daß Roth am wenigsten, Violett

ammeisten von der Richtung des weißen Strahles abgelenkt ist. Ein solches Farbenbild oder Spektrum, in welchem nur diese Farben allmälig ineinander übergehen, heißt kontinuirlich, oder zeigt gar keine Unterbrechungen.

Wenn man in einer Flamme (z. B. des Leuchtgases, nachdem ihm die Leuchtkraft fast ganz entzogen worden ist) irgend einen Stoff verbrennt, so zeigt sich zwar auch ein, wenn auch matteres Farbenbild, aber es enthält für jeden bestimmten Stoff an ganz bestimmten Stellen noch hellere Linien von bestimmter Farbe. Wird z. B. Kochsalz zu Spiritus gethan, so sind in dem Spektrum der Flamme zwei einander sehr nahe liegende gelbe Linien, welche von dem Natrium des Kochsalzes herrühren. — Strontiansalz gibt mehre Linien, besonders rothe und noch einige schwächere von anderen Farben. — Nimmt man Kochsalz und Strontian, so erscheinen die Linien von beiden an ihren ganz bestimmten Stellen und mit ganz bestimmten Zwischenräumen. — Kalkverbindungen geben verschiedene orange, grüne und rothe Linien; Kupfer zeigt eine Menge helle Linien in allen Farben; zum Eisen gehören wol an 60 Linien.

Es steht also fest, daß das Licht glühender Gase aus verschiedenen Stoffen in dem Spektrum für jeden bestimmten Stoff bestimmte helle Linien auf einem mehr oder weniger dunklen Grunde an ganz bestimmten Stellen zeigt.

Nun aber macht man noch einen dritten Versuch von einer entscheidenden Wichtigkeit. Man läßt nämlich das Licht eines festen oder tropfbar flüssigen Körpers, von welchem man ein kontinuirliches Spektrum erhält, durch das Licht eines gasigen Körpers gehen, ehe es auf das Prisma fällt und findet zur großen Ueberraschung, daß die von dem betreffenden Gase herrührenden hellen Linien in dunkle genau an derselben Stelle verwandelt worden sind, z. B. die zwei hellen gelben Linien des Kochsalzes gehen sofort in dunkle über. Nimmt man die erste Lichtquelle fort und läßt nur das Licht des gasigen Stoffes das Spektrum bilden, so

verschwinden auch die dunklen Linien augenblicklich und genau an ihrer Stelle zeigen sich die zum gasigen Stoffe gehörigen hellen.

Gleichwie Luftschwingungen, welche durch zwei Tonquellen hervorgerufen worden sind, an bestimmten Stellen einander aufheben können, so ist es auch mit den Aetherschwingungen, welche durch zwei Lichtquellen erregt werden. Wie man in jenem Falle an den betreffenden Stellen keinen Ton hört, so sieht man in diesem kein Licht (in den dunklen Linien). So sehen wir überhaupt in dem vorher linienfreien Farbenspektrum eines glühenden festen oder tropfbaren Körpers genau an denselben Stellen, wo die bloße Flamme eines anderen Stoffes in ihrem Spektrum bestimmte farbige Linien zeigen würde, dann dunkle Linien, wenn jenes Licht durch dieses geht. Tritt zu jenem Lichte noch Sonnenlicht, so werden dieselben Linien noch dunkler.

Diese Betrachtungen sind mit eiserner Folgerichtigkeit anwendbar auf das Sonnenspektrum. Schon 1802 bemerkte Wollaston in ihm 2 auf der Längenrichtung desselben senkrecht stehende dunkle Linien; Frauenhofer fand und bestimmte mittelst der von ihm sehr verbesserten Instrumente gegen 600 in einer unabänderlich festen Lage gegen einander und von einer gewissen Stärke oder Dicke für jede; gegenwärtig aber kennt man deren gegen 3000. Aus der Beschaffenheit des Sonnenspektrums ist der richtige Schluß gezogen worden, daß die Sonne ein glühender Körper ist, umgeben mit einer Atmosphäre, in welcher eine Menge von Stoffen verbrennen oder in einem gasigen Zustande vorkommen (Prätuberanzen, Krone).

Wenn man nun genau untersucht hat, welche nach ihrer Lage und Stärke bestimmten hellen Linien mit bestimmter Färbung zu jedem Stoffe gehören, nachdem er in den gasigen Zustand verwandelt worden ist und ein Spektrum gegeben hat; so lassen sich aus den dunklen Linien des Sonnenspektrums die Stoffe genau bestimmen, welche sich in der glühenden Umgebung des Sonnenkörpers befinden.

Eine Probe für die Anwendbarkeit der aus den Versuchen mit dem Lichte der irdischen Körper gezogenen Schlüsse auf die Sonne konnte aber nur dann erst gemacht werden, wenn das Licht des eigentlichen Sonnenkörpers abgehalten wird zur Bildung des Spektrums beizutragen, und dies geschieht nur bei totalen Sonnenfinsternissen. Die Sonne hat trotz der Ungunst der Erdatmosphäre diese Probe bisjetzt glänzend bestanden und bestätigt, daß naturgesetzliche Wahrheiten nicht blos für einen beschränkten, sondern für den unendlichen Weltraum giltig sind.

Es ist wahrhaft erstaunenswürdig wie zuverlässig und genau durch die Untersuchung der Spektren verschiedener Stoffe oder durch die Spektralanalyse das Vorhandensein nur von äußerst geringen Spuren derselben angegeben wird.

Das Kalium zeigt durch das Spektrum seine Anwesenheit schon bei 1 Tausendtel eines Milligramms, das Lithium gibt noch bei 3 Millionteln eine rothe und noch eine schwach gelbliche Linien, das Natrium des Kochsalzes zeigt seine gelben Linie sogar noch bei 3 Zehnmillionteln eines Milligramms. Ein Stäubchen Cigarrenasche auf einem glühenden Platindrahte verräth alle drei Metalle in ihm. — Wenn Pflanzen auf granithaltigem Boden gewachsen sind, so läßt das Lithium sich nicht blos in ihnen selbst nachweisen, sondern sogar in dem Blute derjenigen Thiere, welche die Pflanzen genossen haben. — Ebenso ist die Anwesenheit von Seesalz in der atmosphärischen Luft weit von den Meeresküsten bis tief in das Land hinein erkennbar.

Das sind gewiß wunderbare Resultate der Wissenschaft, welche in mehr als einer Beziehung auch für das praktische Leben höchst wichtig zu werden versprechen.

Druck von W. Drugulin in Leipzig.